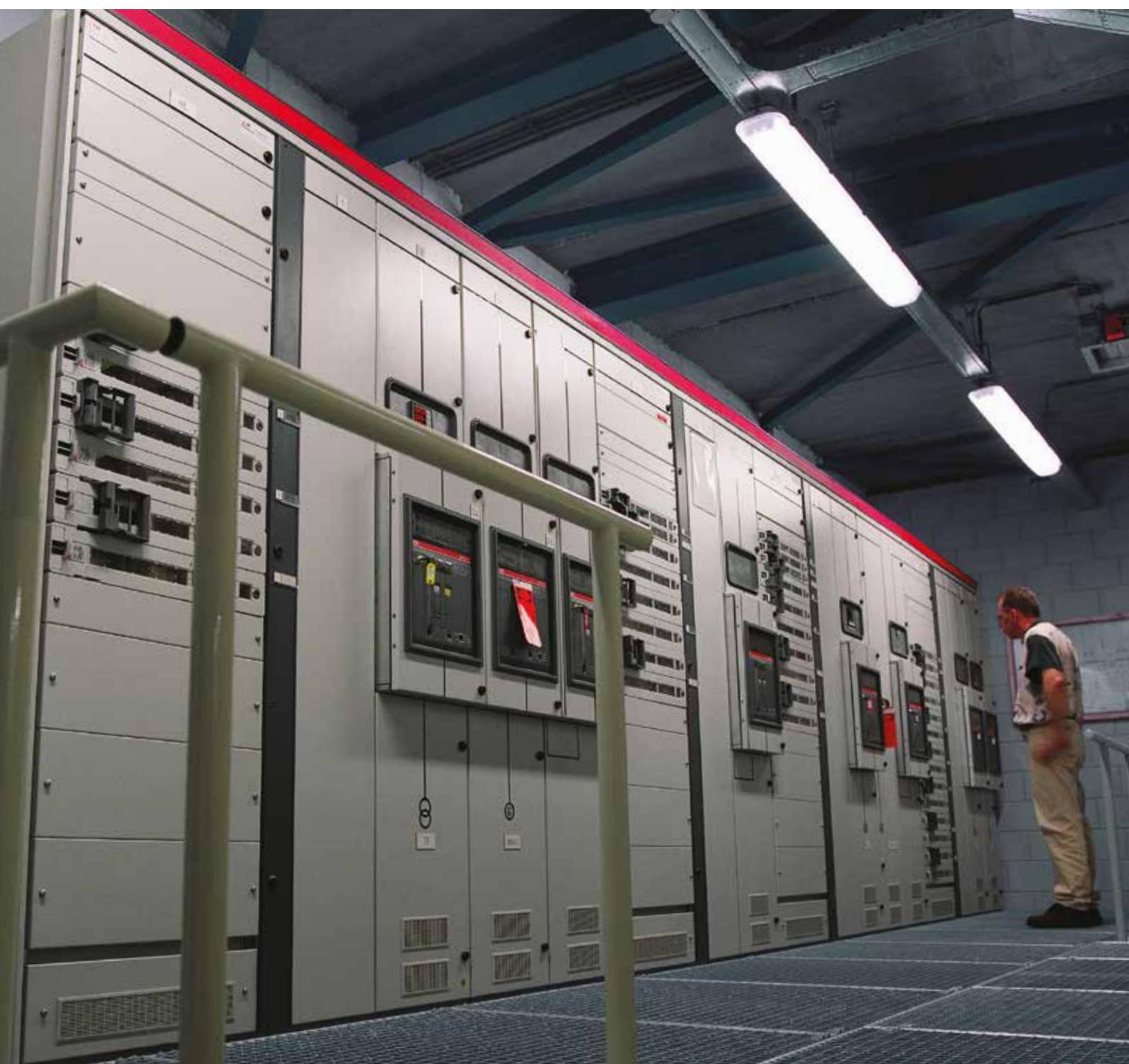


---

## **Quaderni di applicazione tecnica N.11**

Guida alla realizzazione di un quadro elettrico secondo le Norme CEI EN 61439  
Parti 1, 2, 3 e 5





---

## Indice

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>001</b> – 001 | <b>Introduzione</b>  |
| <b>002</b> – 002 | <b>1 Norme relative ai quadri e loro applicabilità</b>                                   |
| <b>003</b> – 010 | <b>1.1 Nuovo pacchetto normativo CEI EN 61439...</b>                                     |
| <b>011</b> – 015 | <b>1.2 La Norma CEI EN 61439-1</b>   |
| <b>016</b> – 019 | <b>1.3 La Norma CEI EN 61439-2</b>   |
| <b>020</b> – 025 | <b>1.4 La Norma CEI EN 61439-3</b>   |
| <b>026</b> – 027 | <b>1.5 La Norma CEI EN 61439-5</b>   |
| <b>028</b> – 029 | <b>2 Caratteristiche elettriche nominali di un quadro</b>                                |
| <b>030</b> – 031 | <b>3 Classificazione dei quadri elettrici</b>  |
| <b>030</b> – 030 | <b>3.1 Quadri aperti e quadri chiusi</b>   |
| <b>030</b> – 030 | <b>3.2 Configurazione esterna</b>  |
| <b>030</b> – 031 | <b>3.3 Condizioni di installazione</b>   |
| <b>031</b> – 031 | <b>3.4 Classificazione funzionale</b>  |
| <b>032</b> – 035 | <b>4 Grado di protezione IP in un quadro</b>   |
| <b>033</b> – 033 | <b>4.1 Grado di protezione IP nei quadri ABB</b>   |
| <b>034</b> – 034 | <b>4.2 Grado di protezione IP e ambiente di installazione</b>                            |
| <b>035</b> – 035 | <b>4.3 Grado di protezione IP e riscaldamento</b>  |
| <b>035</b> – 035 | <b>4.4 Grado di protezione IP di parti asportabili</b>                                   |
| <b>036</b> – 036 | <b>5 Gradi di protezione IK degli involucri</b>  |
| <b>037</b> – 020 | <b>6 Forme di segregazione</b>   |
| <b>038</b> – 050 | <b>7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro</b>                |
| <b>038</b> – 039 | <b>7.1 Introduzione</b>  |
| <b>040</b> – 043 | <b>7.2 Verifica termica del quadro</b>   |
| <b>044</b> – 050 | <b>7.3 Calcolo delle sovratemperature secondo la CEI 17-43 (IEC TR 60890)</b>            |
| <b>051</b> – 058 | <b>8 Verifica delle prestazioni in cortocircuito</b>                                     |
| <b>051</b> – 052 | <b>8.1 Verifica della tenuta al cortocircuito</b>  |
| <b>052</b> – 054 | <b>8.2 Corrente di cortocircuito e idoneità del quadro all'impianto</b>                  |
| <b>054</b> – 057 | <b>8.3 Scelta del sistema di distribuzione in relazione alla tenuta al cortocircuito</b> |
| <b>058</b> – 058 | <b>8.4 Verifica della tenuta al cortocircuito con le verifiche di progetto</b>           |
| <b>059</b> – 063 | <b>9 Verifica delle caratteristiche dielettriche del quadro</b>                          |
| <b>059</b> – 061 | <b>9.1 Prova di tenuta dielettrica a frequenza industriale</b>                           |
| <b>062</b> – 063 | <b>9.2 Prova di tenuta dielettrica all'impulso di tensione</b>                           |
| <b>064</b> – 065 | <b>10 Protezione contro le scosse elettriche</b>   |
| <b>064</b> – 064 | <b>10.1 Protezione contro i contatti diretti</b>   |
| <b>064</b> – 065 | <b>10.2 Protezione contro i contatti indiretti</b>                                       |
| <b>065</b> – 065 | <b>10.3 La gestione in sicurezza del quadro</b>  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>066</b> –086 | <b>11 Indicazioni pratiche per la realizzazione del quadro</b>                      |
| <b>066</b> –066 | <b>11.1 Assemblaggio del quadro elettrico</b>                                       |
| <b>066</b> –067 | <b>11.2 Posizionamento degli interruttori</b>                                       |
| <b>068</b> –072 | <b>11.3 Ammaraggio dei conduttori in prossimità degli interruttori</b>              |
| <b>073</b> –078 | <b>11.4 Indicazioni per la connessione degli interruttori con il sistema sbarre</b> |
| <b>079</b> –081 | <b>11.5 Indicazioni sulle distanze d’installazione degli interruttori</b>           |
| <b>082</b> –082 | <b>11.6 Altre indicazioni logistiche e funzionali</b>                               |
| <b>083</b> –085 | <b>11.7 Movimentazione, trasporto e installazione finale</b>                        |
| <b>086</b> –086 | <b>11.8 Interventi successivi sul quadro elettrico in esercizio</b>                 |
| <br>            |   |
| <b>087</b> –093 | <b>12 Guida alla certificazione del quadro elettrico</b>                            |
| <b>087</b> –087 | <b>12.1 La conformità normativa del quadro elettrico</b>                            |
| <b>087</b> –088 | <b>12.2 Principali verifiche a cura del costruttore originale</b>                   |
| <b>089</b> –090 | <b>12.3 Verifiche individuali (collaudo) a cura del costruttore del quadro</b>      |
| <b>090</b> –090 | <b>12.4 Le verifiche individuali secondo la CEI EN 61439-2</b>                      |
| <b>091</b> –091 | <b>12.5 Approfondimenti in sede di collaudo</b>                                     |
| <b>092</b> –093 | <b>12.6 Approfondimento sulla verifica individuale dell’isolamento</b>              |
| <b>093</b> –093 | <b>12.7 Documentazione finale e termine delle verifiche</b>                         |
| <br>            |   |
| <b>094</b> –097 | <b>13 Esempio di realizzazione di un quadro System pro E power</b>                  |
| <br>            |   |
| <b>099</b> –103 | <b>Appendice A<br/>Moduli per la dichiarazione di conformità e collaudo</b>         |
| <br>            |   |
| <b>104</b> –105 | <b>Elenco dei quaderni di applicazione tecnica</b>                                  |

## Introduzione

Un quadro elettrico è costituito dall'insieme di più apparecchiature di protezione e manovra, raggruppate in uno o più contenitori adiacenti (colonne).

In un quadro si distinguono: il contenitore, chiamato dalle norme involucro (che svolge la funzione di supporto e di protezione meccanica dei componenti contenuti), e l'equipaggiamento elettrico, costituito dagli apparecchi, dalle connessioni interne e dai terminali di entrata e di uscita per il collegamento all'impianto. Come tutti i componenti di un impianto elettrico, anche il quadro deve rispondere alla relativa Norma di prodotto.

A riguardo c'è stata un'evoluzione normativa, che ha segnato il passaggio dalla precedenti Norme CEI EN 60439... alle attuali CEI EN 61439...

Queste norme si applicano alle apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) (la cui tensione nominale non sia superiore a 1000 V in corrente alternata, oppure a 1500 V in corrente continua).

Il presente Quaderno Tecnico ha l'obiettivo di:

- 1) descrivere le principali novità e i principali cambiamenti introdotti dalla nuova norma per quanto riguarda la struttura, le definizioni e i contenuti (es: metodologie di verifica dei quadri e loro condizioni di applicabilità), descrivendo in particolare le verifiche prestazionali relative a: limiti di sovratemperatura, tenuta al cortocircuito e proprietà dielettriche;
- 2) fornire un documento contenente informazioni utili per la realizzazione e la certificazione dei quadri BT in conformità alla Norma CEI EN 61439.

Questa pubblicazione è divisa in sette parti fondamentali:

- l'introduzione e la descrizione della nuova CEI EN 61439;
- la definizione delle caratteristiche elettriche nominali, dei gradi IP e IK e delle forme di segregazione per un quadro elettrico;
- gli aspetti normativi relativi a: sovratemperatura, tenuta al cortocircuito e proprietà dielettriche (distanze d'isolamento);
- le prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti e indiretti;
- le indicazioni pratiche per la realizzazione, la movimentazione, il trasporto e l'installazione finale dei quadri elettrici;
- le proprietà e le caratteristiche prestazionali (verifiche di progetto) dei quadri elettrici e una guida all'esecuzione delle verifiche individuali (certificazione del quadro);
- un esempio di scelta dei prodotti (interruttori, condutture, sistema di distribuzione, barre e carpenteria) per la realizzazione di un quadro System pro E power.

---

## 1. Norme relative ai quadri e applicabilità

La pubblicazione della CEI EN 61439 impone un'evoluzione e un affinamento del concetto di quadro elettrico, di fatto fermo al 1990 quando si passò dagli ACF agli AS e ANS.

La nuova norma continua a considerare il quadro come un componente dell'impianto, alla stregua di un interruttore o di una presa, sebbene risulti costituito dall'insieme di più apparecchiature, raggruppate in uno o più contenitori.

Tale complesso deve essere assemblato opportunamente in modo da soddisfare i requisiti di sicurezza ed adempiere in maniera ottimale alle funzioni per le quali è stato progettato.

In Italia da questo punto di vista in passato la legge 46/90 ed ora il DM 37/08 impongono all'installatore di sottoscrivere, per ogni intervento su un impianto che sia oltre la manutenzione ordinaria, una dichiarazione di conformità alla regola d'arte.

Tra gli allegati obbligatori alla Dichiarazione, nell'elenco materiali installati o modificati, spesso compare il quadro elettrico che ha subito interventi.

Come noto, per l'art.2 della legge 186 del 1 marzo del 1968, le apparecchiature e gli impianti realizzati in conformità alle norme del CEI si considerano a regola d'arte.

La CEI EN 61439-1 costituisce la parte generale per i vari tipi di quadri BT, mentre le altre parti (le norme specifiche di prodotto), sono quelle relative alla specifica tipologia di quadro e devono essere lette congiuntamente alla parte generale.

Continua ad esistere la Norma italiana CEI 23-51 (ultima edizione in vigore dal 1-5-2016), che tratta i quadri per uso domestico e simile.

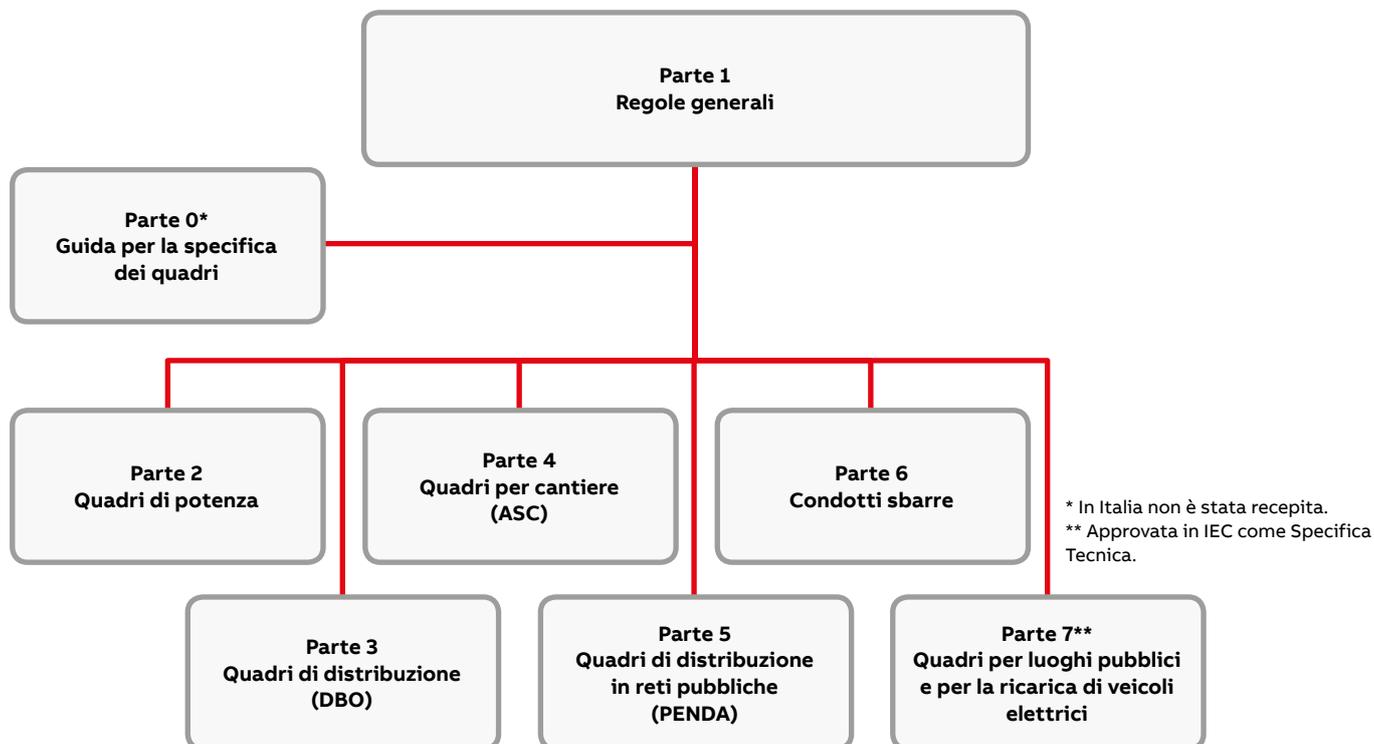
Questi ultimi devono essere utilizzati in ambienti con determinate caratteristiche e destinati all'uso con tensione e corrente limitate a certi valori.

Per i quadri elettrici sono disponibili anche:

- la CEI 17-43 dell'agosto 2000 che rappresenta un metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante valutazione (in particolare mediante calcoli). La norma è in corso di revisione per l'allineamento con la nuova serie CEI EN 61439.
- La CEI 121-5 del luglio 2015, una Guida alla normativa applicabile ai quadri elettrici di bassa tensione e riferimenti legislativi

## 1.1 Nuovo pacchetto normativo CEI EN 61439...

### Nuova Serie CEI EN 61439 Apparecchiature di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)



Le precedenti norme sono state tutte ritirate e non sono più applicabili. L'ultima ad esserlo è stata la parte 5, ritirata il 29 Settembre 2017.

Come consueto, la conformità alle nuove norme 61439... è sufficiente (non necessaria) per la marcatura CE e l'esportabilità in Europa

Le finestre di oscillazione della temperatura ambiente in Europa e, conseguentemente, anche in Italia sono rimaste invariate.

Alcune sigle sono state rimosse (AS e ANS), altre cambiate (da ASD a DBO), altre confermate (ASC) e altre introdotte (PENDA)

| Sigle abrogate | Sigle vigenti |
|----------------|---------------|
| EN 60439-X     | EN 61439-X    |
| AS             | -             |
| ANS            | -             |
| ASD            | DBO           |
| ASC            | ASC           |
|                | PENDA         |

**Commento alla nuova norma CEI 121-5**

La Guida CEI 121-5 è in vigore dal 1 agosto 2015; è valida sul territorio nazionale (Fasc. 14252 1° ediz); è stata approvata il 27 Maggio 2015 e sostituisce la precedente Norma CEI 17-70 (ritirata).

Essa chiarisce i contenuti delle seguenti norme CEI:

- le Norme CEI EN 61439, attuale pacchetto norme per quadri elettrici BT

- le altre Norme del Sottocomitato 121B per involucri vuoti (CEI EN 62208), all'arco interno e alla prova di riscaldamento,  
- la Norma nazionale CEI 23-51 sui quadri per impianti domestici  
- la CEI EN 60204-1, sull'equipaggiamento elettrico delle macchine per le prescrizioni sui relativi quadri a bordo macchina.

A proposito delle novità tra precedenti CEI EN 60439 e attuali 61439 la guida CEI 121-5 propone il seguente parallelo:

| Caratteristica  | CEI EN 60439   | CEI EN 61439                  |
|---|----------------|-------------------------------|
| Indicazioni per individuare data di fabbricazione                         | Non prevista   | Su targa identificat.         |
| Norma prodotto (es. IEC 61439-2)  | In documentaz. | Su targa identificat.         |
| Tensione nominale del quadro ( $U_n$ )                                    | Non prevista   | In documentazione             |
| Tensione operativa nomin. ( $U_e$ )                                       | In documentaz. | In documentazione             |
| Tensione 'SOLAMENTO nomin. ( $U_i$ )                                      | In documentaz. | In documentazione             |
| Tensione isol. ad impulso ( $U_{imp}$ )                                   | Document. opz. | In documentazione             |
| Corrente nominale quadro ( $I_{nq}$ )                                     | Non prevista   | In documentazione             |
| Corrente di breve durata ( $I_{cw}$ )                                     | In documentaz. | In documentazione             |
| Fattori di contemporaneità (RDF)  | Document. opz. | In documentazione             |
| Grado di inquinamento   | Document. opz. | In documentazione             |
| La forma interna di segregazione  | In documentaz. | In documentazione             |
| Se progettato per l'esterno o in ambienti chiusi                          | Non prevista   | In documentazione             |
| Se fisso o trasportabile  | Non prevista   | In documentazione             |
| Per l'utilizzo x sole persone istruite o anche da persone comuni          | Non prevista   | In documentazione             |
| Condizioni speciali di servizio   | In documentaz. | In documentazione (opzionale) |
| Configurazione involucro esterno  | Non prevista   | In documentazione (opzionale) |
| Livello di resistenza all'urto (IK)                                       | Non prevista   | In documentazione             |
| Tipo costruzione: se con parti solo fisse o anche estraibili e rimovibili | Non prevista   | In documentazione             |

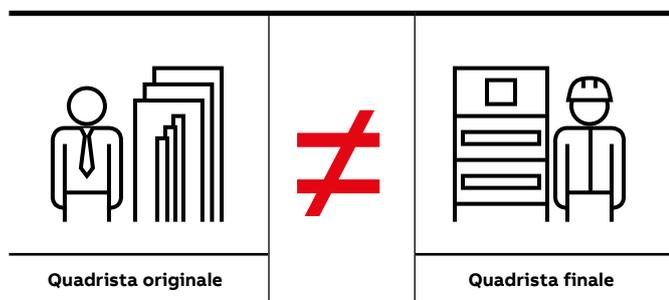
Nella CEI 121-5 si ricorda che l'installatore, che installa quadri secondo le CEI EN 61439-1 e alla parte specifica, deve riportare nella DICO (Dichiarazione di Conformità) dell'impianto:

- Modello, tipo o sigla, del quadro.
- Nome del costruttore (finale) del quadro.
- Copia della dichiarazione di conformità del quadro alla norma applicata.

In ogni caso il costruttore del quadro (indicato in targa) dovrà farsi carico dell'esecuzione delle prove individuali (collaudo) che, secondo la norma, devono essere eseguite su ogni esemplare realizzato.

**Casi nella CEI 121-5, nei quali s'intrecciano e si assegnano le competenze del quadrista originale, del finale e dell'installatore:**

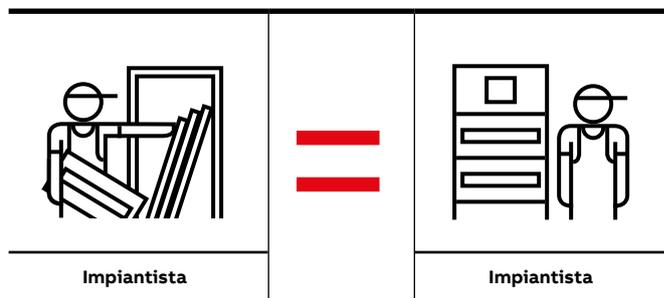
- 1 I quadristi originale e finale non coincidono: capita quasi sempre, giacché è la logica su cui si sviluppa la norma;
- 2 L'installatore impiantista è anche quadrista: capita per quadretti e centralini;
- 3 Un quadrista (anche l'originale), assembla e fornisce un quadro ad un cliente (impiantista);
- 4 Un quadrista completa un quadro pre-assemblato da altri e lo fornisce;
- 5 Un installatore modifica (anche nel tempo) un quadro fornito da un quadrista che lo aveva inizialmente targhetato.



**1) Quando costruttore quadrista originale e finale non coincidono**

Il quadrista (finale) per la conformità del quadro alle norme deve:

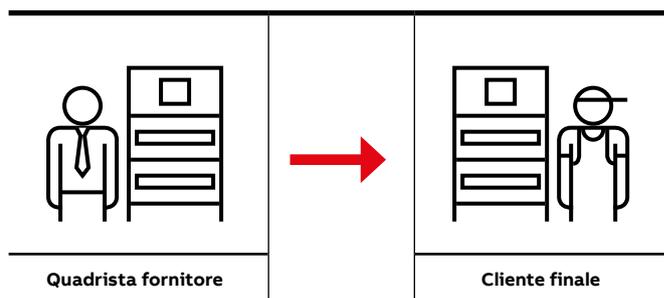
- scegliere un buon «costruttore originale» (ABB), capace di dimostrare a catalogo l'esecuzione delle verifiche di progetto sui prototipi e le relative prestazioni;
- scegliere i componenti del quadro previsti nei cataloghi dell'originale;
- montare il quadro seguendo fedelmente le istruzioni dell'originale;
- verificare se del caso, tramite ulteriori prove o metodi di calcolo o estrapolazione, eventuali modifiche apportate, rispetto alle configurazioni "tipo" garantite dall'originale;
- effettuare correttamente le prove individuali previste dalla norma (collaudo) su ciascun quadro realizzato e targhetarlo (marcandolo CE se per il mercato europeo)
- conservare in archivio (fascicolo tecnico) la documentazione relativa alle prove e verifiche (cataloghi) e alle prove individuali effettuate (collaudo)
- produrre e fornire al committente (impiantista) la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni dell'apparecchiatura (scheda prodotto-quadro, uso e manutenzione, ecc.).
- mettere la targa completa sul quadro col suo nome, la matricola, l'anno di costruzione e la norma (figlia) di riferimento adottata;



**2) Quando l'installatore assembla direttamente un quadro e lo installa**

In questo caso l'installatore è anche costruttore (finale) del quadro e deve perciò effettuare le operazioni viste in 1) e in particolare:

- mettere la targa completa sul quadro col suo nome, la matricola, l'anno di costruzione e la norma (figlia) di riferimento adottata;
- apporre la marcatura CE se il quadro è fornito in Europa, compilando la dichiarazione CE di conformità che allega e archivia nel fascicolo tecnico;
- compilare la DICO, Dichiarazione di Conformità dell'impianto (DM 37/08, ex Legge 46/90) che comprende anche il quadro nei componenti e consegnarla al committente.
- produrre e fornire al committente la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni dell'apparecchiatura (scheda prodotto-quadro, uso e manutenzione, ecc.).



**3) Quando un quadrista (anche l'originale), assembla e fornisce un quadro ad un cliente (impiantista)**

Il quadrista è costruttore (finale) del quadro e deve:

- apporvi la targa col suo nome, la matricola l'anno di costruzione, la norma figlia CEI EN 61439.... seguita e la marcatura CE se installato in Europa;
- compilare la dichiarazione CE di conformità e archivarla nel fascicolo tecnico (da conservare)
- compilare e allegare una DICO del quadro e consegnarla al committente (x il DM 37/08, ex Legge 46/90).
- fornire al committente la documentazione tecnica (schemi, ecc.) e le informazioni relative all'apparecchiatura (dati di targa, uso e manutenzione, ecc.).

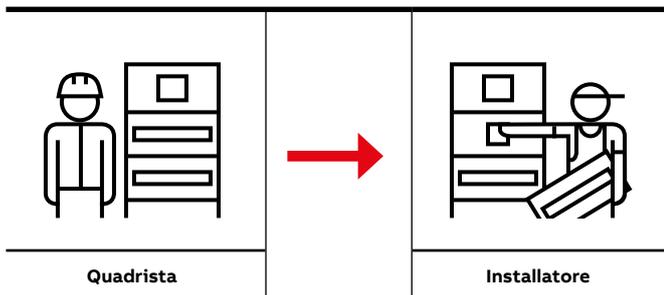


#### 4) Quando un quadrista completa un quadro assemblato in parte da un altro suo collega e lo fornisce

Il “secondo” quadrista in oggetto è il costruttore (finale) responsabile del quadro e deve:

- mettere la targa coi soliti dati previsti;

- compilare la dichiarazione CE di conformità che allega e archivia nel fascicolo tecnico del quadro;
- farsi rilasciare dal fornitore precedente tutta la documentazione che attesti la relativa corretta esecuzione del quadro;
- fornire la documentazione tecnica (schemi, ecc.) e le informazioni relative all’uso e manutenzione del quadro.



#### 5) Quando un installatore modifica un quadro realizzato e fornito da un quadrista finale

L’utilizzatore/installatore finale assume la responsabilità delle sole modifiche effettuate.

Normalmente i quadri industriali sono conformi alla CEI EN 61439-2 (quadri speciali hanno norme diverse) o, per quadri costruiti in passato, alle relative norme vigenti all’epoca della costruzione.

Qualsiasi modifica su un quadro deve mantenere la precedente conformità alla norma.

Se si cambia QUALCOSA, le modifiche devono essere fatte ri-studiando la soluzione più adatta e verificandola negli aspetti che hanno variato la struttura esistente e le sue caratteristiche.

Il quadro non è solo un insieme di componenti e non è neppure un impianto, pur facendone parte. Il quadro è un sistema, completamente definito da una specifica serie di Norme di prodotto e rappresenta il vero cuore pulsante di ogni sistema elettrico (definizione e diagramma tratti dalla CEI 121-5).

Oltre alla Dichiarazione dell'impianto (DICO),

l'installatore, relativamente al quadro, consegnerà al committente:

- i fascicoli d'uso e manutenzione relativi ai dispositivi forniti con il quadro come quelli relativi a:
  - \* interruttori e sezionatori,
  - \* eventuali apparecchi di ventilazione
  - \* schede elettroniche di regolazione e di processo,
  - \* modalità di comando e protezione, ecc.

Il committente, che prende in carico il tutto, dovrà eseguire personalmente o demandare a specifiche maestranze tali procedure, compresi i controlli periodici e funzionali ad una corretta manutenzione.



Normalmente non serve che il quadro elettrico, sia «approfondito» nel progetto dell'impianto, giacché il suo volume interno (carpenteria) per definizione, non fa parte dell'impianto e non rientra nel DM 37/08.

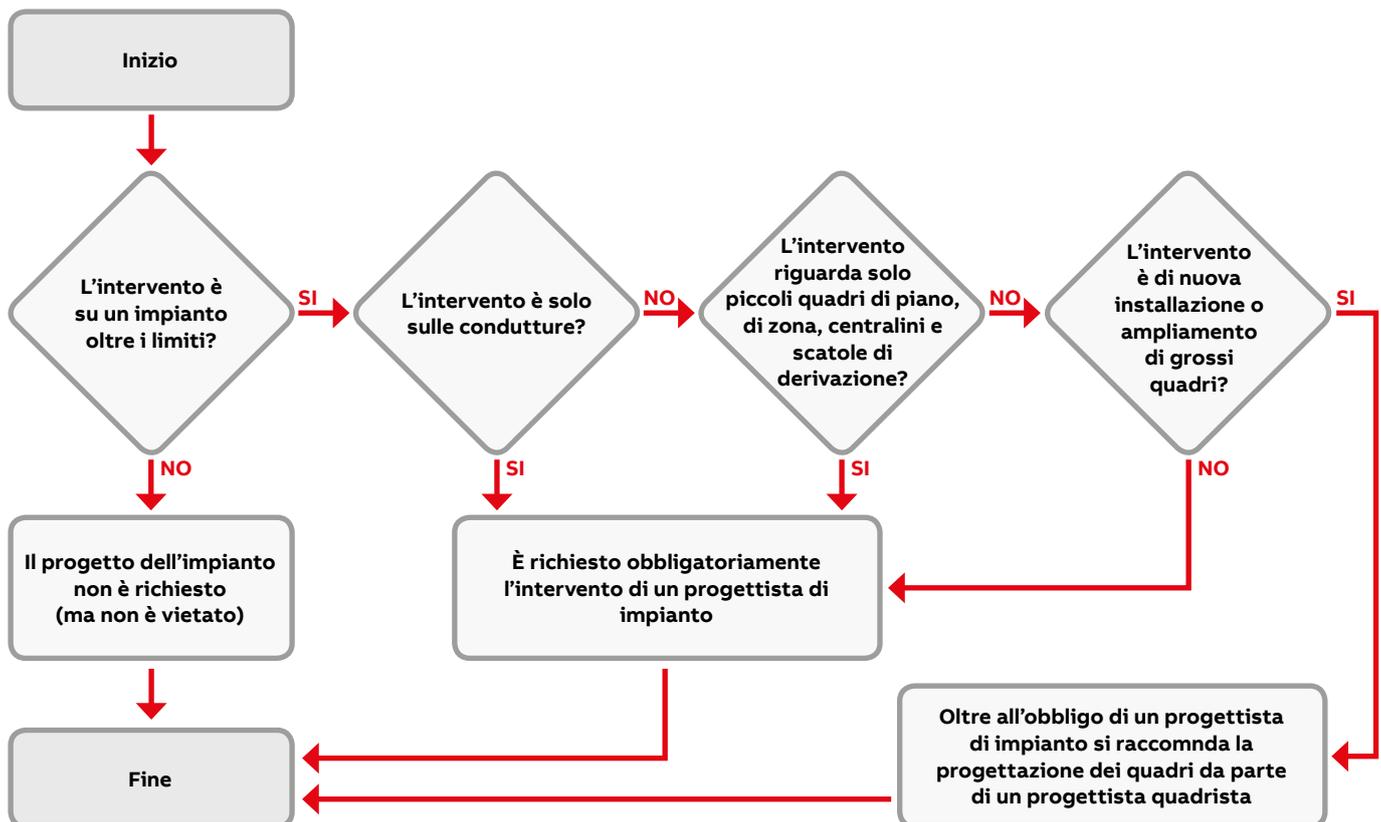
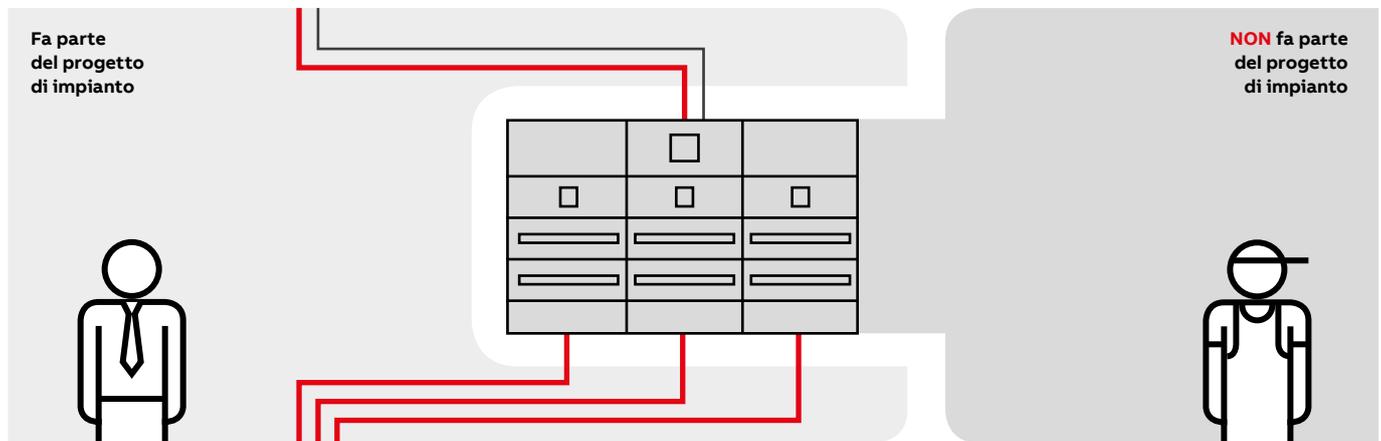
Per il quadro prevale la sua natura di apparecchio, seppure multicomponente.

Il compito del progettista dell'impianto non comprende l'interno del quadro ma si arresta alle linee d'ingresso (il montante di potenza e gli altri cavi di segnale e di controllo) per riprendere poi dalle uscite dei cavi a valle, fino a giungere al quadro successivo, ai carichi o agli altri servizi terminali.

L'impianto "non entra" nel quadro, perciò l'installatore impiantista non è direttamente coinvolto nel quadro.

L'installatore dovrà aprire il quadro per attestare le linee di entrata, di uscita e la circuiteria ausiliaria.

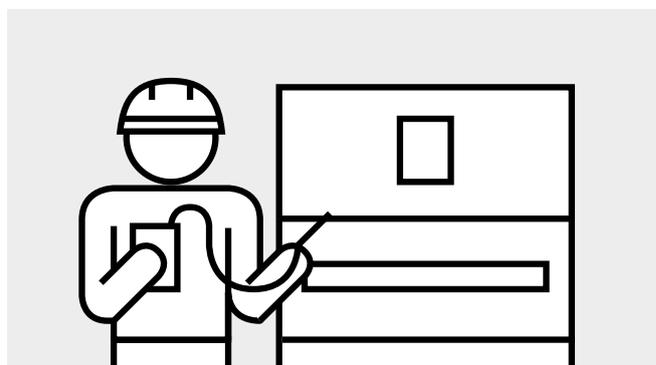
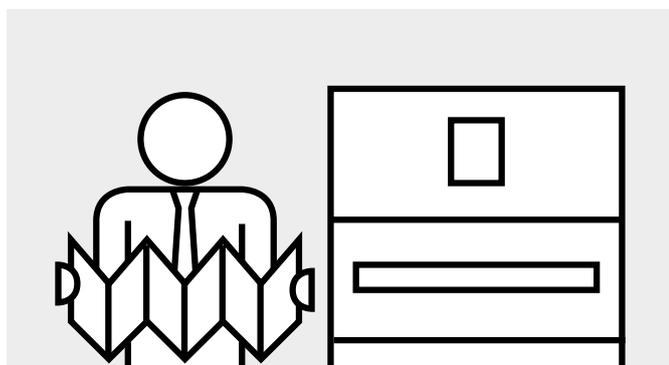
Quindi verificherà la targa, la marcatura CE e riceverà dal costruttore-fornitore le documentazioni d'uso e manutenzione, che poi trasmetterà all'utilizzatore-gestore finale, insieme a tutte le altre, in allegato alla Dichiarazione di Conformità (DM 37/08). Diverso è il caso di piccoli quadri e centralini, che l'installatore generalmente realizza in loco o in officina. L'operazione è lecita e con essa l'installatore diventa nello specifico anche quadrista (costruttore finale del quadro).

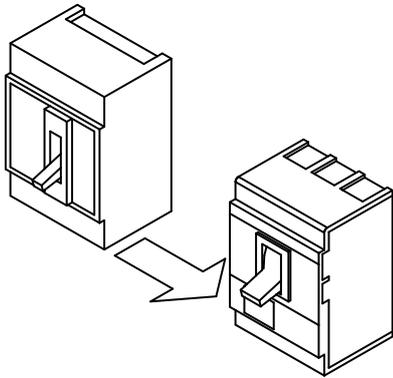


La manutenzione è un complesso di attività tecniche ed amministrative rivolte alla conservazione, al ripristino della funzionalità e all'efficienza di una qualsiasi apparecchiatura

**Manutenzione ordinaria** È l'attività volta a prevenire guasti e disservizi ed a limitare il degrado del quadro. Viene eseguita ad intervalli predefiniti e prevede una serie di controlli e verifiche eseguiti allo scopo di mantenere i quadri elettrici in condizioni ottimali di funzionamento.

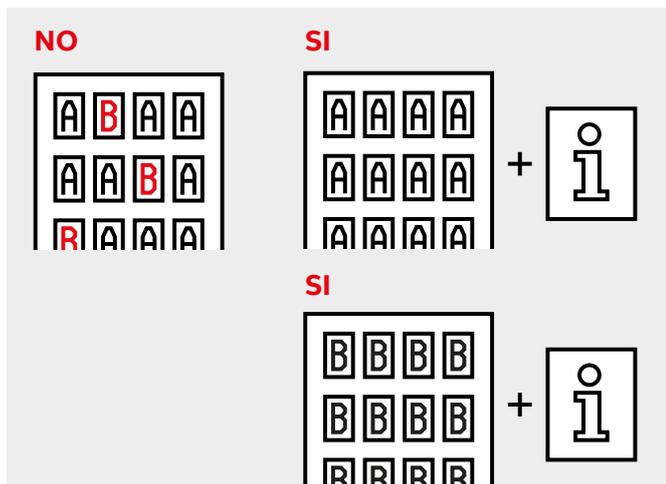
**Manutenzione straordinaria** È effettuata dopo un guasto o per un intervento di ripristino o per modifiche degli impianti che non alterino in modo sostanziale le sue prestazioni. L'utilizzatore deve specificare se le operazioni potranno essere eseguite in condizioni di esercizio, in tensione, oppure con il quadro isolato dall'impianto.





### La possibilità di sostituire gli apparecchi

di un quadro già verificato, con altri dello stesso costruttore, ma appartenenti ad un'altra serie, pur avendo caratteristiche nominali equivalenti, oppure addirittura con altri apparecchi di costruttori differenti, è ammessa ma non può essere limitata alla valutazione delle caratteristiche adatte alla sola verifica termica, ma deve tener conto anche di caratteristiche riguardanti altre verifiche importanti, come il cortocircuito e l'isolamento .



### Compatibilità Elettromagnetica (EMC)

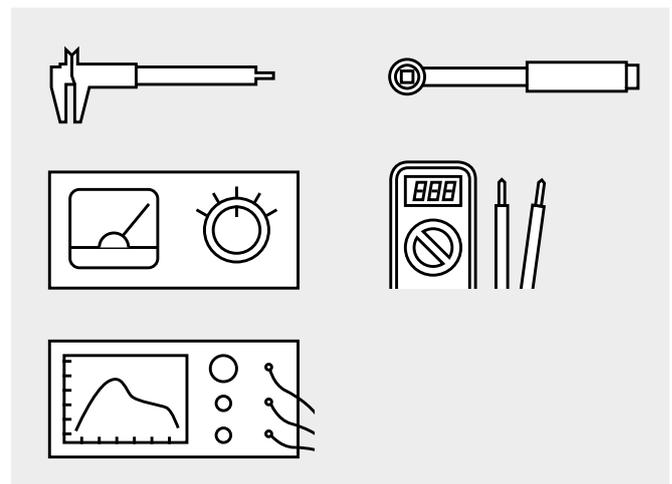
Il quadro deve rispondere alle prescrizioni delle CEI EN 61439-1 riguardanti la compatibilità elettromagnetica:

**Ambiente A** = sistemi TN, industria, ospedali, ecc

**Ambiente B** = sistemi TT, domestico, negozi, banche ecc

Non sono richieste prove di emissione e di immunità se sono verificate le due condizioni seguenti:

- gli apparecchi ed i componenti elettronici incorporati sono previsti per la condizione ambientale sopra specificata e sono conformi alle relative norme armonizzate di prodotto o senza queste, alle norme di EMC;
- il montaggio e il collegamento interno sono realizzati secondo le istruzioni del costruttore degli apparecchi e dei componenti (ad esempio per quanto riguarda le mutue influenze, la schermatura dei cavi, la messa a terra, ecc.).



### Le prove individuali

- un calibro ventesimale;
- una chiave dinamometrica;
- un apparecchio per la prova di tensione applicata a frequenza di esercizio che deve produrre una corrente di cortocircuito  $\geq 200$  mA alla tensione di prova;
- un multimetro;
- un apparecchio per la prova ad impulso con una forma d'onda 1,2/50  $\mu$ s (in caso di mancato rispetto delle minime distanze d'isolamento in aria).

## 1.2 La Norma CEI EN 61439-1

La prima norma, CEI EN 61439-1, tratta le regole, le definizioni, le prescrizioni di costruzione e di verifica, le caratteristiche tecniche e le prestazioni comuni ai vari tipi di quadri per bassa tensione che, a loro volta, rientreranno ciascuno nella rispettiva norma specifica di prodotto (dalla parte 2 alla parte 6).

La Norma base CEI EN 61439-1 non può essere utilizzata da sola per realizzare un quadro e determinarne la conformità alla norma.

Per la dichiarazione di conformità, ogni quadro dovrà essere dichiarato conforme alla rispettiva norma di prodotto (es: i quadri di potenza saranno dichiarati conformi alla CEI EN 61439-2; i quadri di distribuzione domestica e terziaria saranno dichiarati conformi alla CEI EN 61439-3).

La “vecchia” CEI EN 60439-1 è stata sostituita dalle due nuove CEI EN 61439-1 e 2, per i quadri di potenza (detti anche PSC dall’inglese: Power switchgear controlgear PSC-ASSEMBLIES). Dopo 23-09-2014, i nuovi quadri di potenza potranno essere dichiarati conformi solo alla nuova norma CEI EN 61439-2.

Allo scopo di superare il precedente e incerto dualismo AS e ANS, adesso vietato, la norma base consente tre nuove modalità di verifica, che possono servire per decidere la conformità di un quadro, che sono:

- 1) verifica con prove di laboratorio (prima chiamate prove di tipo e adesso prove di verifica);
- 2) verifica per confronto con un progetto di riferimento provato (confronto strutturato di un certo progetto di quadro, o parte di un quadro, con il progetto di riferimento verificato con prove);
- 3) verifica mediante valutazione (verifica di un certo progetto di quadro tramite precise regole, compreso l’utilizzo di appropriati margini di sicurezza, o calcoli, applicati ad un quadro campione o a parti del quadro, per dimostrare che il progetto soddisfa le prescrizioni della relativa norma del quadro).

Le diverse prestazioni (sovratemperatura, tenuta al cortocircuito, isolamento, corrosione ecc) potranno essere verificate con una di queste tre procedure; resta del tutto irrilevante l’aver seguito l’una o l’altra strada per garantire la conformità del quadro. Non è sempre possibile scegliere tra le tre procedure, La Tabella D.1 “Lista delle verifiche di progetto da effettuare”, dell’appendice D della norma (vedi Tabella 1.1), elenca, per ciascuna caratteristica da verificare, quali delle tre procedure si possono utilizzare.

---

<sup>1</sup> La verifica di progetto è una verifica eseguita su un quadro campione o su parti di quadro per dimostrare che il progetto soddisfa le prescrizioni della relativa norma del quadro.

Tabella 1.1

| N° | Caratteristiche da verificare  | Articoli o paragrafi | Opzioni della verifica effettuabile |                                     |                               |
|----|--|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|    |  |                      | Prove                               | Confronto con il progetto originale | Verifica mediante valutazione |
| 1  | Robustezza dei materiali e parti:  | 10.2                 |                                     |                                     |                               |
|    | Resistenza alla corrosione   | 10.2.2               | SI                                  | NO                                  | NO                            |
|    | Proprietà dei materiali isolanti:  | 10.2.3               |                                     |                                     |                               |
|    | Stabilità termica  | 10.2.3.1             | SI                                  | NO                                  | NO                            |
|    | Resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco che si verifica per effetti interni di natura elettrica | 10.2.3.2             | SI                                  | NO                                  | SI                            |
|    | Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV)  | 10.2.4               | SI                                  | NO                                  | SI                            |
|    | Sollevamento   | 10.2.5               | SI                                  | NO                                  | NO                            |
|    | Impatto meccanico  | 10.2.6               | SI                                  | NO                                  | NO                            |
|    | Marcatura  | 10.2.7               | SI                                  | NO                                  | NO                            |
| 2  | Grado di protezione degli involucri  | 10.3                 | SI                                  | NO                                  | SI                            |
| 3  | Distanze d'isolamento in aria  | 10.4                 | SI                                  | NO                                  | NO                            |
| 4  | Distanze d'isolamento superficiali   | 10.4                 | SI                                  | NO                                  | NO                            |
| 5  | Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione:   | 10.5                 |                                     |                                     |                               |
|    | Effettiva continuità della messa a terra tra le masse del QUADRO ed il circuito di protezione                            | 10.5.2               | SI                                  | NO                                  | NO                            |
|    | Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione   | 10.5.3               | SI                                  | SI                                  | SI                            |
| 6  | Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti   | 10.6                 | NO                                  | NO                                  | SI                            |
| 7  | Circuiti elettrici interni e collegamenti  | 10.7                 | NO                                  | NO                                  | SI                            |
| 8  | Terminali per conduttori esterni   | 10.8                 | NO                                  | NO                                  | SI                            |
| 9  | Proprietà dielettriche:  | 10.9                 |                                     |                                     |                               |
|    | Tensione di tenuta a frequenza di esercizio  | 10.9.2               | SI                                  | NO                                  | NO                            |
|    | Tensione di tenuta a impulso   | 10.9.3               | SI                                  | NO                                  | SI                            |
| 10 | Limiti di sovratemperatura   | 10.10                | SI                                  | SI                                  | SI                            |
| 11 | Tenuta al cortocircuito  | 10.11                | SI                                  | SI                                  | NO                            |
| 12 | Compatibilità Elettromagnetica (EMC)   | 10.12                | SI                                  | NO                                  | SI                            |
| 13 | Funzionamento meccanico  | 10.13                | SI                                  | NO                                  | NO                            |

Come si può vedere, per talune caratteristiche, quali la tenuta alla corrosione o l'impatto meccanico è ammessa la verifica solo con prove di laboratorio; per altre caratteristiche come ad esempio la tenuta al cortocircuito è ammessa la verifica con prove o per confronto con un quadro di riferimento provato;

Per altre prestazioni come la sovratemperatura, sono ammesse indifferentemente tutte e tre le modalità di verifica.

Un'altra grossa novità della nuova norma è l'affinamento della figura del costruttore.

In particolare si definiscono due modi di essere del costruttore: il costruttore originale ed il costruttore (finale) del quadro.

Il primo è l'organizzazione che ha progettato, costruito e verificato (con le tre verifiche di progetto) il prototipo del quadro (o la gamma di quadri) in accordo con la relativa norma di prodotto (es: la CEI EN 61439-2 per i Quadri di potenza più la norma base CEI EN 61439-1).

Il costruttore originale, in sostanza, è l'organizzazione che realizza il sistema di quadri<sup>2</sup> come, per esempio, ABB.

Maggiori e più performanti saranno gli allestimenti che l'originale riuscirà a "standardizzare" e poi a proporre, più alte saranno le sue probabilità di far realizzare i suoi quadri e dunque di trarne profitto.

Il secondo è l'organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito, mettendo il proprio nome sulla targa del quadro. Il costruttore finale del quadro è chi effettivamente costruisce il quadro, nel senso che si procura i diversi particolari e componenti e li assembla, seguendo le istruzioni del costruttore originale, realizzando il manufatto finito, montato e cablato, sfruttando una delle già menzionate opportunità, pronte all'uso, presentategli nei cataloghi dal costruttore originale.

La norma ammette che alcune fasi del montaggio dei quadri siano realizzate anche fuori dal laboratorio o dall'officina del costruttore del quadro (sul cantiere o a bordo macchina), attenendosi comunque alle sue istruzioni.

Operativamente i quadristi e gli installatori, intesi come costruttori finali, potranno come di consueto utilizzare prodotti commercializzati in kit e presentati nei cataloghi dei costruttori originali, per assemblarli nella configurazione di quadro di cui hanno bisogno.

Riassumendo il costruttore originale dovrà:

- progettare il quadro o la linea di quadri;
- eseguire le prove (verifiche di progetto) sui prototipi;
- superare queste prove per dimostrare la rispondenza alla Norma del quadro (Norma di prodotto);
- derivare dalle prove altri allestimenti attraverso la verifica mediante valutazione o per confronto con il progetto originale (provato);
- proporre ulteriori allestimenti ottenuti senza prove ma con altri metodi di verifica;
- fornire la documentazione tecnica (es: cataloghi o guide di montaggio) con le istruzioni per la scelta dei componenti e il montaggio del quadro.

Le verifiche di progetto, prescritte dalla Norma sono a carico del costruttore originale che, in accordo alla Tabella 1.1, deciderà come eseguirle e superarle. Esse sono:

**Verifiche delle caratteristiche relative alla costruzione:**

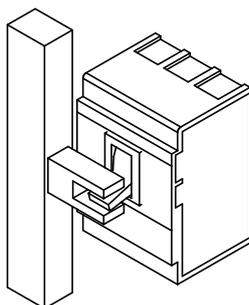
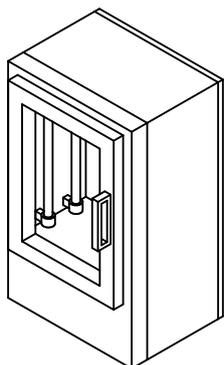
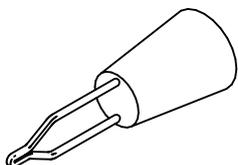
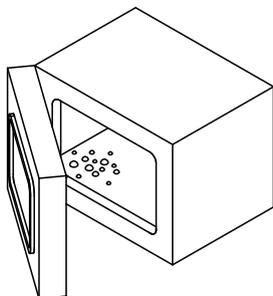
- Robustezza dei materiali e delle parti del quadro;
- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze d'isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni.

**Verifiche delle caratteristiche relative alla prestazione:**

- Proprietà dielettriche;
- Sovratemperatura;
- Capacità di tenuta al cortocircuito;
- Compatibilità Elettromagnetica (EMC);
- Funzionamento meccanico.

<sup>2</sup> Sistema di quadri: gamma completa di componenti meccanici ed elettrici (involucri, sbarre, unità funzionali, ecc.), definita dal costruttore originale, che può essere assemblata in accordo con le istruzioni del costruttore originale per ottenere quadri differenti.

### Verifiche di progetto, chiarimenti e specificazioni



#### Resistenza alla corrosione

E' richiesta agli involucri metallici ferrosi o ad altre parti metalliche ferrose facenti parte del quadro.

La norma prevede 2 prove, in base all'ambiente (A per posa all'interno o B per posa all'esterno).

Dopo tali prove l'involucro non deve presentare tracce evidenti di ossidazione o deterioramento.

#### Proprietà dei materiali isolanti

È necessario verificare:

- La stabilità termica degli involucri, con la prova del caldo secco, secondo la Norma CEI EN 60068-2-2.
- La resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco. Si utilizza la prova del filo incandescente descritta nella CEI EN 60695-2-10 e CEI EN 60695-2-11

#### Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV)

Questa proprietà va verificata su campioni rappresentativi d'involucri e a parti esterne di quadri destinati a essere installati all'esterno e costituiti da materiali isolanti o metallici, che sono rivestiti da materiali sintetici.

Essi vanno sottoposti alla prova UV in accordo con il metodo A, Ciclo 1 della ISO 4892-2 per un periodo di prova totale a 500 h.

#### Funzionamento meccanico

La verifica va effettuata sulle parti il cui comportamento meccanico è stato influenzato dalle disposizioni di montaggio; si deve eseguire la prova dopo l'installazione nel quadro e consiste nell'effettuare 200 cicli di manovra. La prova è superata se il funzionamento degli apparecchi, degli interblocchi, il grado di protezione, ecc. non è stato compromesso e la prestazione è invariata

#### Grado di protezione (già esaminato)

Le deformazioni dell'involucro (o di sue parti) e delle separazioni interne (comprese barriere e ostacoli), dovute ad un eventuale cortocircuito, non devono essere tali da ridurre permanentemente le distanze di isolamento definite

I valori di distanza d'isolamento in aria devono essere tali da garantire la tenuta della tensione nominale ad impulso  $U_{imp}$  dichiarata per il circuito in questione (V: tab sotto)

| Tensione nominale di tenuta ad impulso $U_{imp}$ kV | Minime distanze di isolamento in aria mm |
|---|--|
| ≤ 2,5   | 1,5                                      |
| 4,0   | 3,0                                      |
| 6,0   | 5,5                                      |
| 8,0   | 8,0                                      |
| 12,0  | 14,0                                     |

Basate su condizioni di campo non uniforme e grado d'inquinamento 3.

Il costruttore finale del quadro avrà invece la responsabilità:

- di assemblare il quadro rispettando le istruzioni fornite dal costruttore originale;
- di eseguire le verifiche individuali (collaudo) su ogni quadro realizzato;
- di redigere la dichiarazione CE di conformità del quadro (che allega e archivia col fascicolo tecnico).

L'elenco delle verifiche individuali (collaudo finale) prescritte dalla Norma e a carico del costruttore del quadro è il seguente:

#### Caratteristiche relative alla costruzione

- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze di isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni;
- Funzionamento meccanico

#### Caratteristiche relative alla prestazione:

- Proprietà dielettriche;
- Cablaggio, prestazione di condizioni operative e funzionalità.

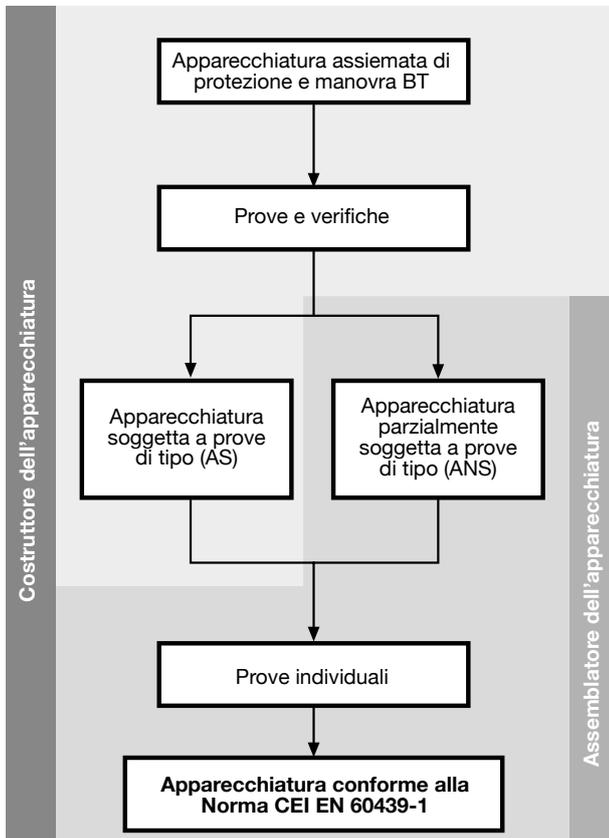
Queste prove possono essere effettuate in qualsiasi ordine di successione.

Il fatto che le verifiche individuali siano effettuate dal costruttore finale del quadro, non esonera l'installatore dal verificarle dopo il trasporto e l'installazione del quadro.

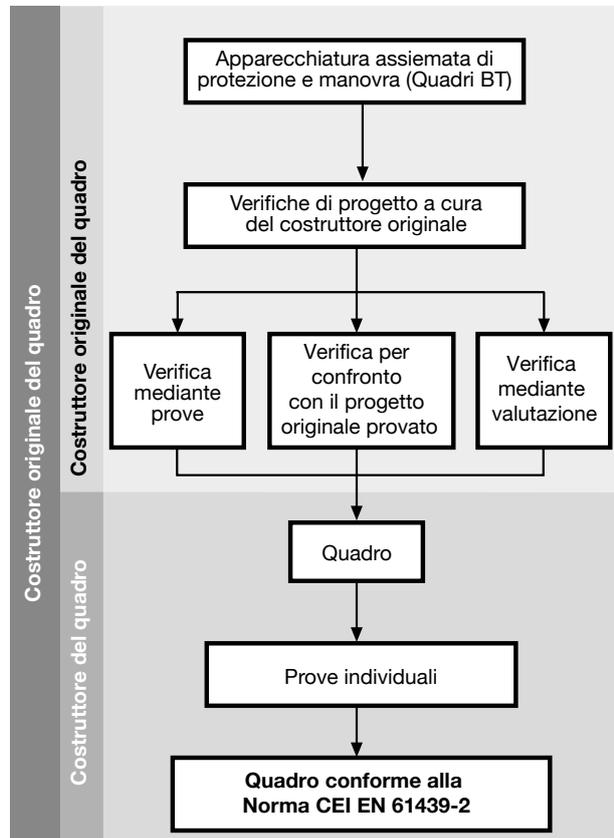
Le principali modifiche e novità, introdotte dalla CEI EN 61439 rispetto alla precedente CEI EN 60439, si possono riassumere con i diagrammi riportati in figura 1.1:

Figura 1.1

#### Norma CEI EN 60439-1



#### Norma CEI EN 61439-1-2



### 1.3 CEI EN 61439-2: i quadri di potenza

La seconda parte del pacchetto 61439 ... riguarda i quadri di potenza e aggiorna la precedente edizione del 2010, puntualizzando talune specifiche relative alle prescrizioni per le parti rimovibili ed estraibili. E' in vigore in esclusiva dal 23 settembre 2014. Non cambiano i limiti d'applicabilità della norma madre, che si applica in parallelo, ma in aggiunta si ricordano i seguenti e principali affinamenti:

- l'uso del quadro non è per persone comuni, pur potendosi trovare in ambienti ordinari;
- sono codificati le forme di segregazione interna per il quadro definendo i nuovi termini di:
  - \* **parte rimovibile:** quella che può essere spostata nella posizione di sezionamento e/o di prova, pur rimanendo meccanicamente collegata al quadro di potenza
  - \* **posizione di prova:** quando nella parte estraibile i circuiti principali sono aperti, ma non necessariamente sezionati, mentre i circuiti ausiliari permettono le prove di funzionamento
  - \* **posizione di sezionato:** quando la parte estraibile presenta una distanza di sezionamento nei circuiti principali e ausiliari, pur rimanendo meccanicamente unita al quadro di potenza

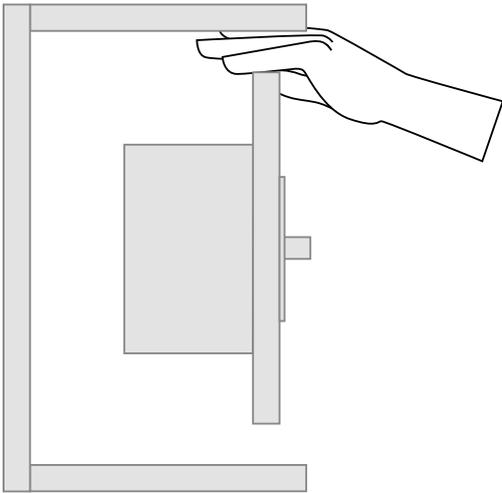
- il grado IP è garantito in servizio e, nel caso di parti estraibili, deve essere indicato nelle varie posizioni previste secondo gli accordi delle parti
- le distanze d'isolamento devono tenere le tensioni dichiarate compreso l'impulso (con prova);
- la messa a terra deve essere mantenuta in ogni posizione della parte estraibile prevista e il suo spostamento deve avvenire con i contatti di potenza degli interruttori aperti;
- Per i vari allestimenti si devono utilizzare le seguenti lettere:
  - \* **F** per i collegamenti fissi (3.2.6 della Parte1),
  - \* **D** per i collegamenti sezionabili (3.101.1),
  - \* **W** per i collegamenti estraibili (3.101.2);
- La forma di segregazione e i gradi IP sono oggetto di accordo tra le parti.

Stralcio dalla norma CEI EN 61439-2 (Tab 102) per determinare le distanze d'isolamento in funzione dell'altitudine onde garantire una determinata  $U_{imp}$

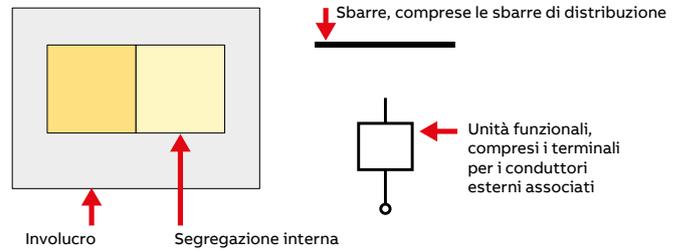
**Tab. 102 - Tensioni di prova tra i contatti aperti di un apparecchio adatto al sezionamento (stralcio dalla CEI EN 61439-2)**

| Tensione nominale di tenuta a impulso $U_{imp}$ | Tensioni di prova ed altitudini corrispondenti durante la prova |       |       |        |        |                            |       |       |        |        |
|---|---|-------|-------|--------|--------|----------------------------|-------|-------|--------|--------|
|   | U1,2/60 c.a. (valore di picco) e c.c. kV                        |       |       |        |        | Valore efficace in c.a. kV |       |       |        |        |
| kV  | Livello del mare  | 200 m | 500 m | 1000 m | 2000 m | Livello del mare           | 200 m | 500 m | 1000 m | 2000 m |
| 0,33  | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,6    | 1,5    | 1,3                        | 1,2   | 1,2   | 1,1    | 1,06   |
| 0,5   | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,6    | 1,5    | 1,3                        | 1,2   | 1,2   | 1,1    | 1,06   |
| 0,8   | 1,8   | 1,7   | 1,7   | 1,6    | 1,5    | 1,3                        | 1,2   | 1,2   | 1,1    | 1,06   |
| 1,5   | 2,3   | 2,3   | 2,2   | 2,2    | 2,0    | 1,6                        | 1,6   | 1,55  | 1,55   | 1,42   |
| 2,5   | 3,5   | 3,5   | 3,4   | 3,2    | 3,0    | 2,47                       | 2,47  | 2,40  | 2,226  | 2,12   |
| 4   | 6,2   | 6,0   | 5,8   | 5,6    | 5,0    | 4,38                       | 4,24  | 4,10  | 3,96   | 3,54   |
| 6   | 9,8   | 9,6   | 9,3   | 9,0    | 8,0    | 7,00                       | 6,80  | 6,60  | 6,40   | 5,66   |
| 8   | 12,3  | 12,1  | 11,7  | 11,0   | 10,0   | 8,70                       | 8,55  | 8,27  | 7,85   | 7,07   |
| 12  | 18,5  | 18,1  | 17,5  | 16,7   | 15,0   | 13,10                      | 12,80 | 12,37 | 11,80  | 10,60  |

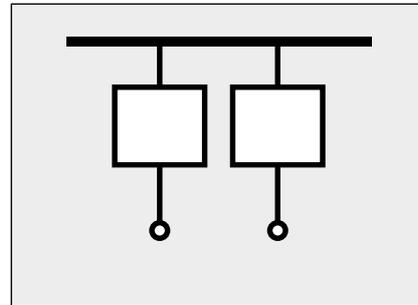
Il grado IPXXB e ancor più l'IP2X, sono i gradi di protezione garantiti dalle segregazioni interne alla carpenteria (forme 2A e 2B). Con esse, anche quando si svolge un lavoro elettrico e si opera all'interno di un quadro installato e funzionante, temporaneamente messo fuori tensione, sono impediti i contatti tra parti attive e parti esposte del corpo umano dell'operatore (mani, dita ecc).



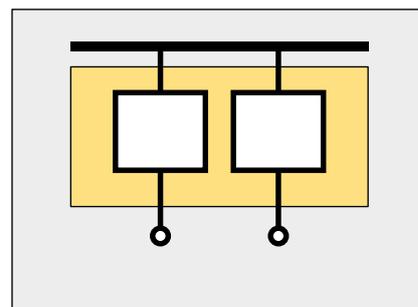
### Simbolismi grafici delle varie forme di segregazione interna



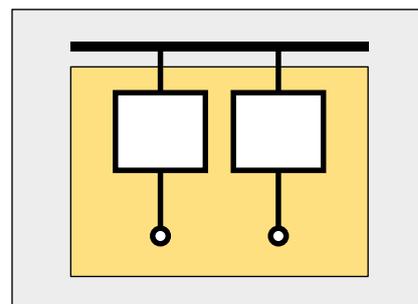
#### Forma 1: Nessuna segregazione



#### Forma 2: Segregazione delle sbarre dalle unità funzionali



**Forma 2a**  
Terminali non separati dalle sbarre



**Forma 2b**  
Terminali separati dalle sbarre

**Forma 3:**

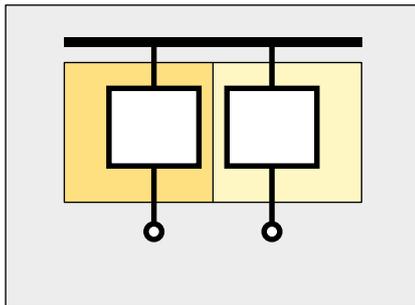
Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali

+

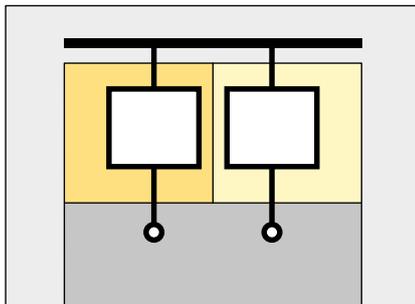
Segregazione di tutte le unità funzionali tra loro

+

Segregazione dei terminali per conduttori esterni e dei conduttori esterni dalle unità funzionali, ma non dai terminali delle altre unità funzionali

**Forma 3a**

Terminali non separati dalle sbarre

**Forma 3b**

Terminali separati dalle sbarre

**Forma 4**

Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali

+

Segregazione di tutte le unità funzionali tra loro

+

Segregazione dei terminali per conduttori esterni associati con un'unità funzionale dai terminali di qualsiasi altra unità funzionale e dalle sbarre

+

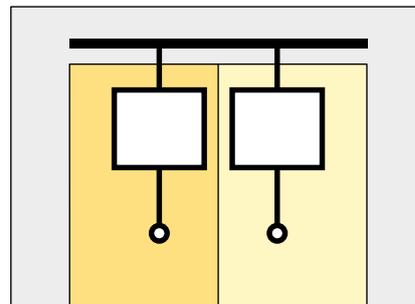
Segregazione dei conduttori esterni dalle sbarre

+

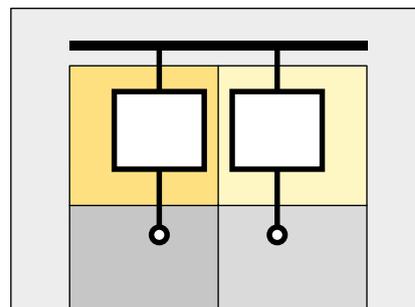
Segregazione dei conduttori esterni associati con un'unità funzionale dalle altre unità funzionali e loro terminali

+

I conduttori esterni non necessitano di essere separati tra loro

**Forma 4a**

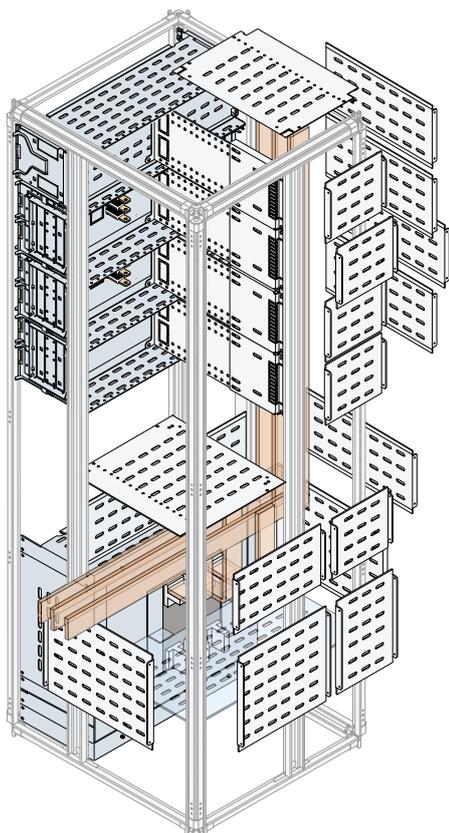
Terminali nella stessa cella della relativa unità funzionale

**Forma 4b**

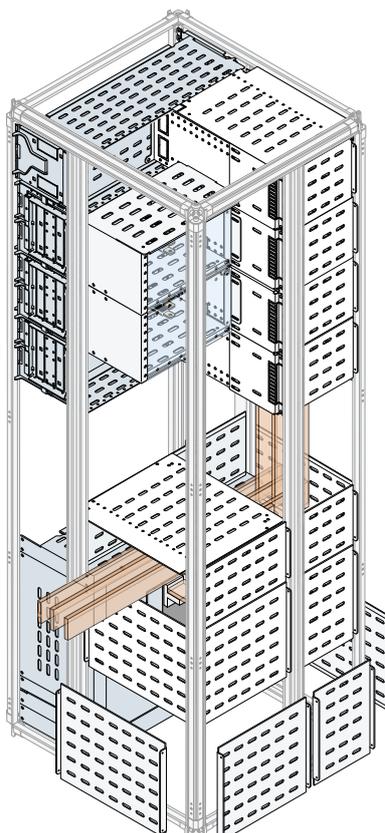
Terminali non nella stessa cella dell'unità funzionale associata

## Esempi di allestimenti del System Pro E Power

### Esempi di Forma 3B



### Esempi di Forma 4B



Si notino nell'allestimento 4b le ulteriori aggiunte di profilati metallici con Grado IP 2X, che segregano anche i terminali d'uscita delle diverse apparecchiature

#### 1.4 i DBO, centralini e quadri fino a 250 A

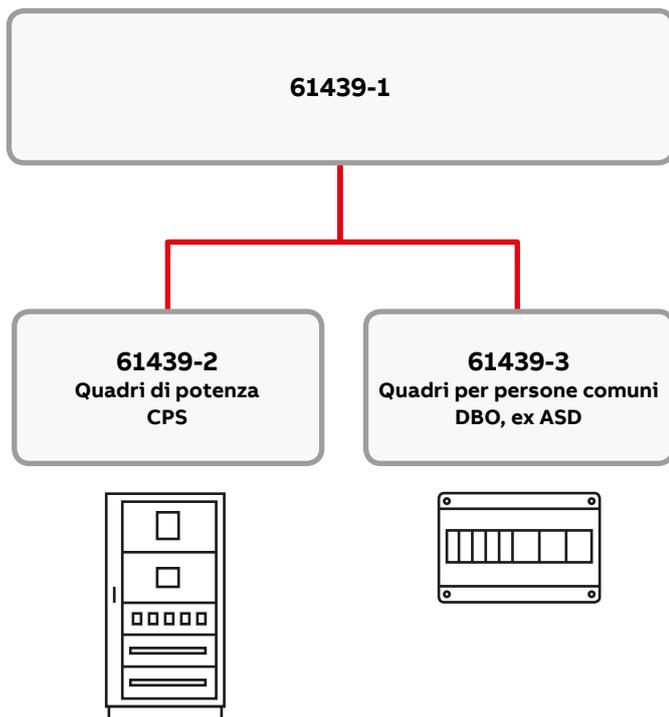
La terza parte del pacchetto 61439... è la Norma CEI EN 61439-3  
Parte terza: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)

Questa norma è in vigore dal 1° dicembre 2012 ed è l'unica dal 23 marzo 2015, data di ritiro della precedente norma, nota per aver codificato per anni gli ASD.

Come le altre norme sorelle, ha validità internazionale e deriva dal CT 17 per grossa apparecchiatura del CEI.

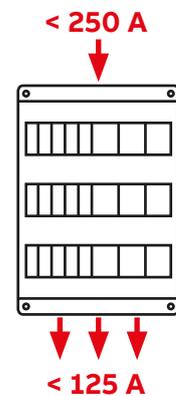
Come le altre norme figlie è complementare alla madre CEI EN 61439-1.

Quando la presente Norma indica "aggiunta", "modifica" o "sostituzione", il corrispondente testo della Parte 1 deve essere variato di conseguenza.



La parte 3° riguarda i quadri DBO (Distribution Boards Ordinary): QUADRO utilizzato per distribuire energia elettrica nelle applicazioni domestiche e in altri luoghi, dove è previsto l'utilizzo di persone comuni:

- I circuiti di uscita contengono apparecchi di protezione destinati ad essere manovrati da persone comuni;
- La tensione verso terra non deve superare 300 V c.a.;
- La corrente dei circuiti di uscita non supera 125 A;
- La corrente nominale del quadro ( $I_{nA}$ ) non supera 250 A;
- L'esecuzione è chiusa e fissa;
- L'impiego è per interno o per esterno;
- Sono destinati alla distribuzione d'energia elettrica



La Norma sostituisce la vecchia CEI EN 60439-3 del 1997-09 (CEI 17-13/3), che aveva normalizzato gli ASD ed è stata applicata fino al 22-03-2015

I DBO devono essere conformi almeno alla categoria di sovratensione III Uimp 4 kV (vedi IEC 60364-4-44) secondo

- Tab. G.1 dell'Allegato G della Parte 1
- CEI 64-8 art. 4-44

e avere un grado inquinamento minimo: 2

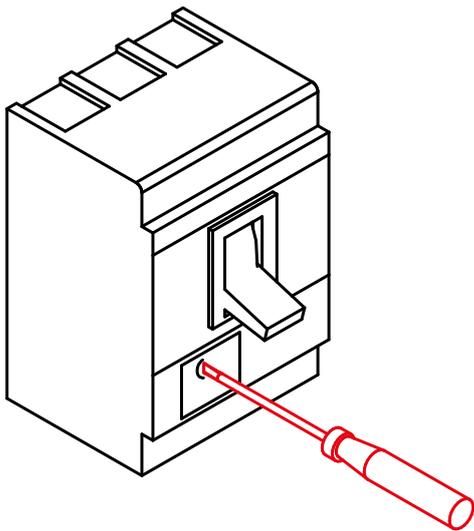
Anche per i DBO la targhetta è obbligatoria e deve riportare in aggiunta ai quattro dati obbligatori altre due voci:

- la corrente nominale  $I_{nA}$
- il grado IP se superiore a P2X

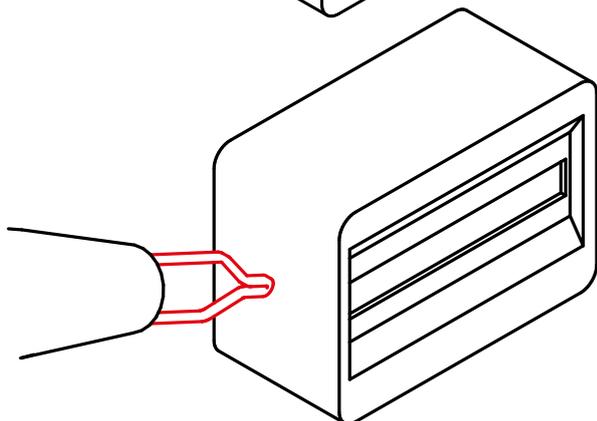
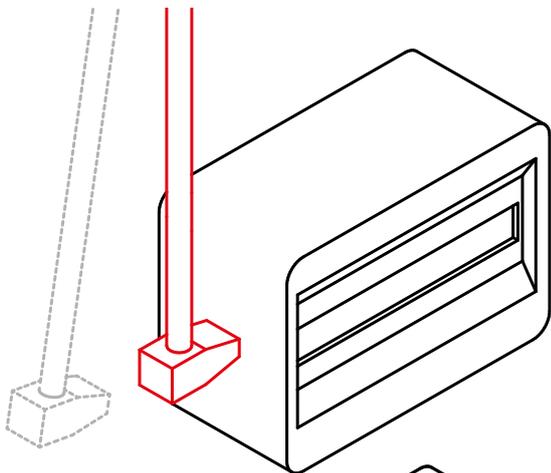
Impatto meccanico minimo:

- IK 05 per un DBO per uso all'interno,
- IK 07 per un DBO per uso all'esterno

Gli interruttori devono essere progettati o installati in modo che non sia possibile modificare le loro regolazioni o la loro taratura senza un'azione deliberata, che comporti l'uso di una chiave o di un utensile, e che produca un'indicazione visibile della loro regolazione o taratura.



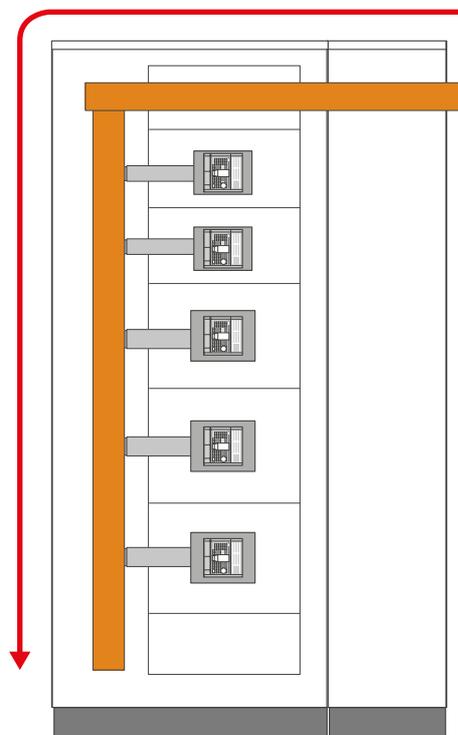
- Più severa la prova di tipo alla corrosione
- Meno severa la prova al filo incandescente
- Affinamento per la prova all'impatto meccanico con maggior severità per le condizioni residue



Un'interessante indicazione della parte terza è che una  $I_{cc}$  (corrente condizionata) può essere assegnata se la distanza della sbarra principale e di distribuzione tra i terminali del dispositivo d'entrata e i terminali d'alimentazione di una particolare unità d'uscita non supera 3 m. In tal caso la  $I_{cc}$  dipende da quell'unità di uscita.

Così facendo la sbarra principale, la sbarra di distribuzione e il dispositivo di entrata possono essere dimensionati sulla base delle sollecitazioni ridotte di cortocircuito, che si presentano sul lato carico del rispettivo dispositivo di protezione contro i cortocircuiti di ciascuna unità (d'uscita), a condizione che questi conduttori siano disposti in modo da non consentire un cortocircuito interno tra le fasi e/o tra le fasi e la terra (vedi 8.6.4 della Parte 1).

Massimo 3 m



La recente 3° edizione della CEI 23-51, operativa dal 1 maggio 2016, rappresenta in Italia una forma di regola dell'arte ed ha lo stesso valore legale delle norme europee della famiglia CEI EN 61439.

Deriva dalla CEI 23-49 nazionale e EN 60670-24 europea (CEI 23-128) sugli involucri vuoti. E' l'unica applicabile dall'1-5-2017.

In Italia, per la realizzazione e le verifiche dei quadri per installazioni fisse per uso domestico e similare, con corrente nominale in entrata fino a 125 A, è possibile utilizzare per maggior praticità la Norma CEI 23-51.

Invece in Europa e nel resto del mondo, per i quadri DBO si utilizza la norma IEC 61439-3 perché la CEI 23-51 non è riconosciuta (dalla guida CEI 121-5)

Limiti d'applicabilità della CEI 23-51

- tensione nominale fino a 440 V c.a.;
- corrente nom. in entrata  $I_{ne} \leq 125$  A (anche continua);
- corrente nom. in uscita  $I_{nu} \leq 125$  A (anche continua);
- corrente nom. del quadro (in targa)  $I_{nq} <$  tra  $I_{ne}$  e  $I_{nu}$
- corrente nom. breve durata ( $I_{cw}$ ) o condizionata ( $I_{cc}$ ) non superiore a 10 kA o protetti con dispositivo limitatore avente corrente limitata di 17 kA;
- temperatura ambiente media di 25 °C con limite occasionale di 35 °C. (max istantanea 40° e min -5°) come per la norma EN 60670-24

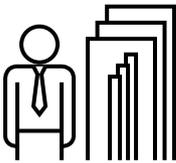
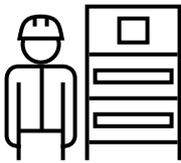
Un quadro a Norma CEI 23-51 non è assimilabile ad un DBO, quindi la conformità alla CEI 23-51 differisce dalla conformità alla CEI EN 61439-3.

La Norma CEI 23-51 non prende in considerazione gli involucri da parete, da incasso e semi-incasso, destinati ad apparecchi facenti parte di serie civili per uso domestico e similare (frutti), quali ad esempio interruttori, deviatori, invertitori, prese a spina, relè, piccoli interruttori differenziali o differenziali magnetotermici o piccoli interruttori automatici (vedi Norma CEI EN 60670-1)

**Confronto tra specifiche CEI 23-51 (3° ediz.) e CEI EN 61439-3 (DBO)**

|   | CEI 23-51 (3a edizione)  | CEI EN 61439-3 (DBO)  |
|---|--|---|
| Validità                                | nazionale  | europea   |
| Tipo quadri                             | distribuzione  | distribuzione   |
| Riferim. norme                          | CEI 23-48 e CEI 23-49  | CEI EN 61439-1  |
| Targhettatura                           | oltre alle normali voci:<br>- $I_{nq}$<br>- $V_n$<br>- grado IP (se > IP3XC) | oltre alle normali voci:<br>- $I_{na}$<br>- grado IP (se > IP2XC) |
| Tensione nominali                       | 440 V ca   | 300 V ca  |
| Tensione d'impulso                      | non richiesta  | $U_{imp}$ 4 kV  |
| Corrente nom. entrata                   | $I_{ne} \leq 125$ A ca   | $I_{na} \leq 250$ A ca  |
| Corrente nom. Uscita                    | $I_{nu} \leq 125$ A ca   | $I_{nc} \leq 125$ A ca  |
| Corrente $I_{cp}$ , $I_{cc}$ e $I_{pk}$ | $I_{cp}$ o $I_{cc} \leq 10$ kA<br>$I_{pk} \leq 17$ kA                        | non limitata<br>non limitata                                      |
| Impatto meccanico                       | non richiesto  | IK 05 per interno IK 10 per esterno                               |

**Le competenze del costruttore dell'involucro e del quadro (o centralino)**

| Caratteristiche   | Costruttore dell'involucro   | Costruttore del quadro o centralino   |
|---|--|---|
|   |  |  |
| Costruzione ed identificazione                          |  | ■   |
| Limiti di sovratemperatura                              | ■  | Verifica  |
| Resistenza all'isolamento                               |  | ■   |
| Resistenza meccanica                                    | ■  |   |
| Grado di protezione                                     | ■  |   |
| Resistenza al fuoco                                     | ■  |   |
| Resistenza al calore                                    | ■  |   |
| Tenuta al cortocircuito                                 | N. A.  | N. A.   |
| Efficienza del circuito di protezione                   |  | ■   |
| Resistenza alla ruggine                                 | ■  |   |
| Cablaggio e funzionamento meccanico ed elettrico        |  | ■   |
| Protezione tramite isolamento completo (se applicabile) | ■  | ■   |
| Compatibilità elettromagnetica (se applicabile)         |  | ■   |

**La semplice certificazione di un quadro secondo la CEI 23-51****DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ  
ALLA REGOLA DELL'ARTE**

|                  |  |         |
|------------------|--|---------|
| Il prodotto:     | QUADRO DI DISTRIBUZIONE                | E01/315 |
| Dati principali: | Tensione nominale                      | 230 V   |
|                  | Corr. nominale del Quadro ( $I_{nq}$ ) | 34 A    |
|                  | Grado di protezione                    | IP40    |

è conforme alla norma:

**“Norma CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, verifiche e prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”**

Luogo, Milano

Data 20/10/2017

(Firma del Legale rappresentante)

**BIANCHI MARIO & C. s.n.c.**

**Una targhetta campione secondo la CEI 23-51 (2016)****QUADRO DI DISTRIBUZIONE**

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Costruttore           | BIANCHI MARIO & C. s.n.c. |
| Tensione nominale     | 230 V                     |
| Natura della corrente | Alternata monofase        |
| Grado di protezione   | IP40                      |

**NORMA DI RIFERIMENTO CEI 23-51**

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Tipo e numero di identificazione | E01/315 |
| Corrente nominale ( $I_{nq}$ )   | 34 A    |
| Frequenza                        | 50 Hz   |

### 1.5 i "PENDA"

A chiudere il progetto EN 61439 c'ha pensato la quinta norma figlia, che si occupa dei quadri PENDA, cioè i quadri intermedi tra la cabina e il contatore dell'utente. Si tratta di quadri elettrici in BT di pertinenza delle aziende elettriche distributrici, installati a valle del trasformatore MT/BT o dislocati lungo il percorso tra la cabina e l'utente finale.

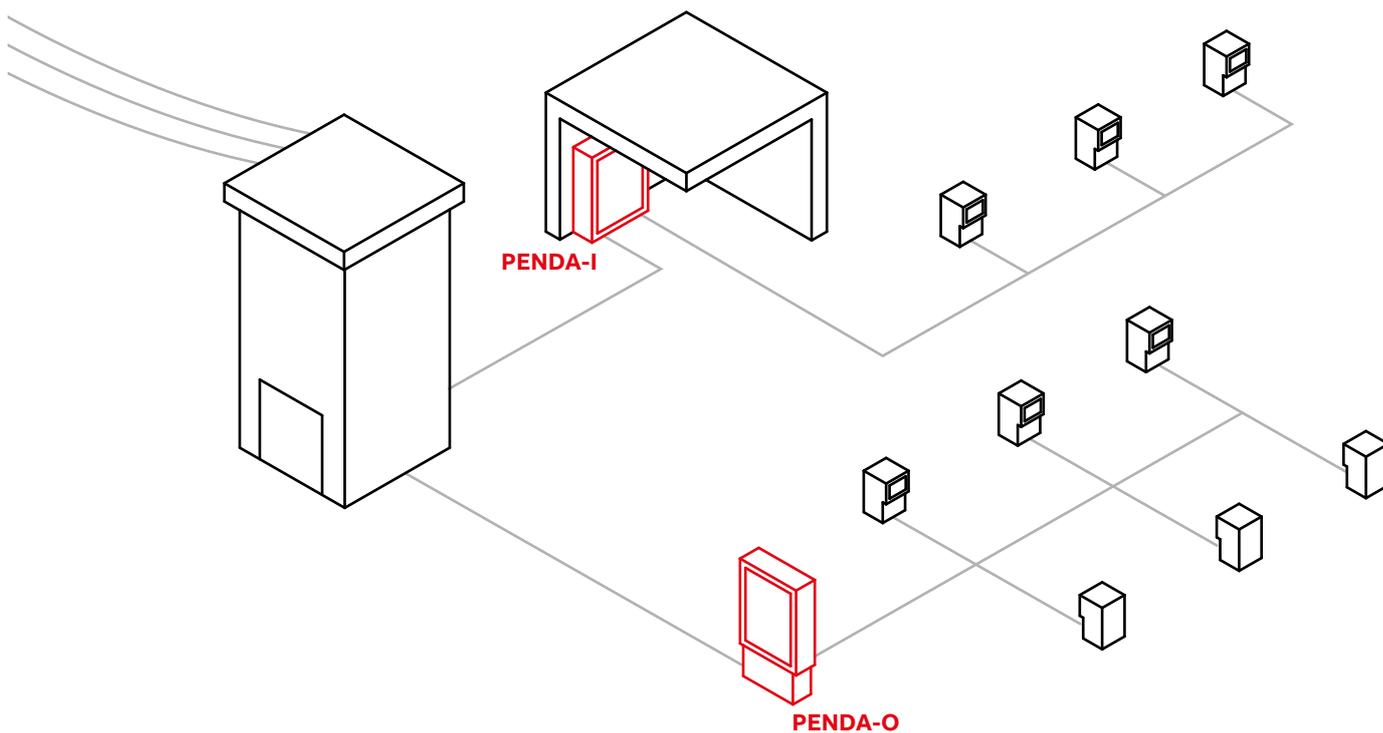
Dallo scorso 29 settembre 2017 questa norma è l'unica in vigore, essendo stata ritirata la corrispondente precedente V° edizione. Con tale ultimo ritiro, sono adesso in vigore tutte e sole le nuove edizioni del pacchetto CEI EN 61439 ...

Col la sigla PENDA si intende all'inglese il "Public Electricity Network Distribution Assemblies", cioè letteralmente: "Quadri di distribuzione per reti pubbliche".

Il Penda è un quadro:

- con la consueta tensione massima di 1000 V ca;
- solo di tipo chiuso;
- installabile in luoghi con persone addestrate;
- se per esterno possono essere accessibili (visibili e toccabili) dal pubblico;
- che può avere prestazioni anche superiori a quelle previste nella sua specifica norma;
- costruito in unico o in molteplici esemplari;
- costruito anche da quadristi (finali) diversi dal costruttore originale
- la cui norma non riguarda i componenti interni, aventi specifiche norme di prodotto;
- che, se richiesto, può essere installato anche in clima artico.

La conformità alla norma CEI EN 61439-5 è sufficiente per la marcabilità CE del quadro.



#### NOTA 1

Se un PENDA è dotato di apparecchiature aggiuntive (per es, contatori), tali che la funzione principale risulti notevolmente modificata, si possono applicare anche altre Norme come concordato fra l'utilizzatore e il costruttore (vedi 8.5 della IEC 61439-1:2011).

#### NOTA

2 Se i regolamenti locali lo permettano, un PENDA, ai sensi della presente Norma, può essere usato in reti diverse da quelle pubbliche.

Un PENDA è manovrabile solo da persone esperte e può avere più alimentazioni:

E' normalmente destinato ad alimentare più linee di carico in uscita, come in un normale schema radiale di potenza. Si danno due tipologie di PENDA:

| <b>PENDA-O (per esterno)</b>   | <b>PENDA-I (per interno)</b>  |
|--|---|
| QUADRO per rete di distribuzione pubblica ad armadio, che è adatto per installazione all'esterno in luoghi che possono essere o non essere accessibili al pubblico | QUADRO per rete di distribuzione pubblica, adatto per l'installazione all'interno, generalmente senza involucro, e in luogo inaccessibile, ma comprendente tutte le parti strutturali necessarie a sostenere sbarre, unità funzionali e altri dispositivi ausiliari, necessari a completare il QUADRO |

Per la conformità alla norma è richiesta solo la verifica di progetto con prove di verifica o le, altrimenti dette, prove di tipo. Da esse discende la rispondenza e la Marcabilità CE del quadro. Per particolari necessità climatiche o contingenti, il PENDA deve possedere prestazioni particolari concordate tra committente-utilizzatore e fornitore-costruttore quadrista.

Un PENDA può essere installato:

- a pavimento
- sul trasformatore (con appositi fissaggi)
- su palo
- a parete anche in nicchia se concordato col committente

L'alimentazione del PENDA è fatta con sbarra o cavo, mentre le uscite devono essere per cavi.

L'inaccessibilità a persone inesperte (grado IP 34D per Penda-O e IP33 in ogni caso operativo e almeno IP23C per collegamento temporaneo) deve essere garantita da un blocco meccanico, resistente anche alle vibrazioni del traffico, assestamenti del terreno, lavori di scavo o ripristino.

Data la particolare funzione e installazione, si richiedono ai PENDA maggiori resistenze per:

- infiammabilità (specifica prova di tipo)
- resistenza meccanica (specifica prova di tipo)
- stabilità termica (specifica prova di tipo)

Richiesta la messa a terra anche con più dispositivi anche nel caso di linee aeree.

## 2. Caratteristiche elettriche nominali di un quadro

### Tensione nominale ( $U_n$ )

È il più alto valore nominale previsto della tensione in c.a. (valore efficace) o in c.c., dichiarato dal costruttore del quadro, con cui si può alimentare il (i) circuito(i) principale(i) del quadro. Per circuiti trifase tale tensione corrisponde alla tensione concatenata tra le fasi.

### Tensione nominale di impiego ( $U_e$ )

È il valore di tensione nominale di un circuito di un quadro che, insieme alla sua corrente nominale, ne determina l'utilizzazione. Per circuiti trifase tale tensione corrisponde alla tensione concatenata tra le fasi. Solitamente in un quadro esiste un circuito principale, con una propria tensione nominale, ed uno o più circuiti ausiliari con proprie tensioni nominali. Il costruttore deve assegnare i limiti di tensione da rispettare per un corretto funzionamento dei circuiti presenti all'interno del quadro.

### Tensione di isolamento nominale ( $U_i$ )

È il valore di tensione di un quadro al quale fanno riferimento la prova di tensione applicata (prova di tenuta a frequenza industriale) e le distanze superficiali. La tensione nominale di ogni circuito non deve superare la sua tensione d'isolamento nominale.

### Tensione nominale di tenuta ad impulso ( $U_{imp}$ )

È il valore di picco dell'impulso normalizzato, in forma e polarità, che il circuito principale del quadro può sopportare in condizioni specificate di prova; alla  $U_{imp}$  sono riferiti i valori delle distanze d'isolamento in aria.

Questo valore deve essere uguale o superiore alle sovratensioni transitorie che si verificano nel sistema in cui l'apparecchiatura è inserita.

A riguardo la Norma CEI EN 61439-1 propone due tabelle:

- la Tabella G.1 (vedi tabella 2.1) indica i valori preferenziali di tensione nominale di tenuta di impulso nei diversi punti dell'impianto in funzione della tensione nominale del sistema d'alimentazione e del massimo valore di tensione nominale d'impiego verso terra;
- la Tabella 10 (vedi tabella 2.2) fornisce il valore della tensione di prova corrispondente alla tensione di tenuta ad impulso in funzione dell'altitudine alla quale viene realizzata la prova.

Tabella 2.1

Corrispondenza tra la tensione nominale del sistema d'alimentazione e la tensione nominale di tenuta ad impulso, in caso di protezione contro le sovratensioni con scaricatori conformi alla IEC 60099-1

| Massimo valore di tensione nominale di impiego verso terra in c.a. (valore efficace) o in c.c. | Tensione nominale del sistema d'alimentazione ( $\leq$ della tensione nominale d'isolamento dell'apparecchiatura)<br>V |   |                             |                             | Valori preferenziali della tensione nominale di tenuta ad impulso (1,2/50 $\mu$ s) a 2000 m kV |                                   |   |                                  |
|--|--|---|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|---|----------------------------------|
|  |  |   |                             |                             | Categoria di sovratensione   |                                   |   |                                  |
| V  |  |   |                             |                             | IV   | III                               | II  | I                                |
|  | c.a. valore efficace   | c.a. valore efficace                            | c.a. valore efficace o c.c. | c.a. valore efficace o c.c. | livello all'origine dell'impianto (ingresso servizio)  | Livello circuiti di distribuzione | Livello carichi (applicazione dell'apparecchiatura) | Livello particolarmente protetto |
| 50   | -  | -   | 12,5, 24, 25, 30, 42, 48    | -                           | 1,5  | 0,8                               | 0,5   | 0,33                             |
| 100  | 66/115   | 66  | 60                          | -                           | 2,5  | 1,5                               | 0,8   | 0,5                              |
| 150  | 120/208<br>127/220   | 115, 120<br>127                                 | 110, 120                    | 220-110,<br>240-120         | 4  | 2,5                               | 1,5   | 0,8                              |
| 300  | 220/380<br>230/400<br>240/415<br>260/440<br>277/480  | 220, 230<br>240, 260<br>277                     | 220                         | 440-220                     | 6  | 4                                 | 2,5   | 1,5                              |
| 600  | 347/600<br>380/660<br>400/690<br>415/720<br>480/830  | 347, 380, 400<br>415, 440, 480<br>500, 577, 600 | 480                         | 960-480                     | 8  | 6                                 | 4   | 2,5                              |
| 1000   | -  | 660<br>690, 720<br>830, 1000                    | 1000                        | -                           | 12   | 8                                 | 6   | 4                                |

Tabella 2.2 (dalla CEI EN 61439-1)

| Tensione nominale di tenuta ad impulso<br>$U_{imp}$ kV | Tensioni di tenuta ad impulso |       |       |         |         |                         |       |       |         |         |
|--|-------------------------------|-------|-------|---------|---------|-------------------------|-------|-------|---------|---------|
|  | U1,2/50, a.c. picco e d.c.    |       |       |         |         | Valore efficace in c.a. |       |       |         |         |
|  | Livello del mare              | 200 m | 500 m | 1 000 m | 2 000 m | Livello del mare        | 200 m | 500 m | 1 000 m | 2 000 m |
| 2.5  | 2.95                          | 2.8   | 2.8   | 2.7     | 2.5     | 2.1                     | 2     | 2     | 1.9     | 1.8     |
| 4  | 4.8                           | 4.8   | 4.7   | 4.4     | 4       | 3.4                     | 3.4   | 3.3   | 3.1     | 2.8     |
| 6  | 7.3                           | 7.2   | 7     | 6.7     | 6       | 5.1                     | 5.1   | 5     | 4.7     | 4.2     |
| 8  | 9.8                           | 9.6   | 9.3   | 9       | 8       | 6.9                     | 6.8   | 6.6   | 6.4     | 5.7     |
| 12   | 14.8                          | 14.5  | 14    | 13.3    | 12      | 10.5                    | 10.3  | 9.9   | 9.4     | 8.5     |

### Corrente nominale del quadro ( $I_{na}$ )

È una nuova caratteristica introdotta dalla CEI EN 61439 e indica normalmente la più alta corrente di carico permanente e ammissibile in entrata o comunque la massima corrente sopportabile da un quadro. La corrente nominale deve essere sopportata in ogni caso, rispettando gli opportuni limiti di sovratemperatura della norma.

### Corrente nominale di un circuito ( $I_{nc}$ )

È il valore di corrente che un circuito deve portare mantenendo le sovratemperature, delle sue parti, entro i limiti specificati nelle condizioni di prova previste (vedi Paragrafo 7).

### Corrente nominale ammissibile di breve durata ( $I_{cw}$ )

È il valore efficace della corrente di cortocircuito, dichiarato dal costruttore del quadro, che il quadro stesso può portare senza danneggiarsi in condizioni specificate, definite in funzione della corrente e del tempo.

Ad un quadro possono essere assegnati valori diversi di  $I_{cw}$  per durate diverse (es. 0,2 s; 1 s; 3 s).

### Corrente nominale ammissibile di picco ( $I_{pk}$ )

È il valore di picco della corrente di cortocircuito, dichiarato dal costruttore del quadro, che il quadro stesso può sopportare nelle condizioni definite.

### Corrente di cortocircuito condizionata ( $I_{cc}$ )

È il valore efficace della corrente presunta di cortocircuito, fissata dal costruttore, che il circuito, protetto da un apparecchio di protezione contro il cortocircuito specificato dal costruttore, può sopportare in modo soddisfacente, durante il tempo di funzionamento di questo apparecchio, nelle condizioni di prova specificate.

### Fattore nominale di contemporaneità (RDF)

È il valore, espresso per unità, assegnato dal costruttore del quadro, con il quale possono essere caricati simultaneamente ed in maniera continuativa i circuiti d'uscita di un quadro tenendo in considerazione le mutue influenze termiche. Il fattore nominale di contemporaneità si definisce per:

- un gruppo di circuiti;
- tutto il quadro.

Il fattore nominale di contemporaneità è: 
$$\frac{\sum I_b}{\sum I_n}$$

Il fattore nominale di contemporaneità, moltiplicato per la corrente nominale dei circuiti ( $I_{nc}$ ), deve essere uguale o maggiore dei carichi presunti per i circuiti d'uscita ( $I_b$ ).

Il fattore di contemporaneità si applica, ai circuiti di uscita, quando il quadro funziona alla sua corrente nominale  $I_{na}$ .

Quando viene assegnato al quadro un fattore nominale di contemporaneità, questo deve essere usato per la prova di sovratemperatura.

In assenza di un accordo tra il costruttore del quadro e l'utilizzatore, in merito alle reali correnti di carico, i carichi assegnati ai circuiti o gruppi di circuiti di uscita del quadro possono essere basati sui valori del fattore di contemporaneità riportati nella Tabella 101 della Norma CEI EN 61439-2 (riportata sotto):

Tabella 2.3

| Tipo di carico                      | Carichi assegnati (fattore di contemporaneità) |
|-------------------------------------|--|
| Distribuzione - 2 e 3 circuiti      | 0.9  |
| Distribuzione - 4 e 5 circuiti      | 0.8  |
| Distribuzione - da 6 a 9 circuiti   | 0.7  |
| Distribuzione - 10 circuiti e oltre | 0.6  |
| Attuatore elettrico                 | 0.2  |
| Motori ≤ 100 kW                     | 0.8  |
| Motori > 100 kW                     | 1.0  |

### Frequenza nominale

È il valore della frequenza al quale fanno riferimento le condizioni di funzionamento. È ammessa una variazione del  $\pm 2\%$ . Se i circuiti di un quadro sono previsti per valori diversi di frequenza, deve essere precisata la frequenza nominale di ogni circuito.

### 3. Classificazione dei quadri elettrici

Esistono differenti classificazioni per i quadri elettrici, che dipendono da diversi fattori: dalla tipologia costruttiva, dalla configurazione esterna, dalle condizioni d'installazione, dalla funzione assolta.

#### 3.1 Quadri aperti e quadri chiusi

In base alla tipologia costruttiva la Norma CEI EN 61439-1 distingue innanzitutto fra quadri aperti e chiusi.

##### - Chiuso

Il quadro è chiuso quando comprende pannelli protetti su tutti i lati tali da garantire un grado di protezione dai contatti diretti non inferiore a IPXXB (vedi capitolo 4). I quadri impiegati negli ambienti ordinari devono essere chiusi.

##### - Aperto

I quadri aperti, con o senza protezione frontale, sono i cosiddetti quadri a giorno, in cui le parti in tensione sono accessibili. Tali quadri possono essere utilizzati soltanto nelle officine elettriche, ovvero in luoghi in cui è consentito l'accesso a personale addestrato.

#### 3.2 Configurazione esterna

Sotto l'aspetto della configurazione esterna i quadri si distinguono in:

##### - Ad armadio (colonna)

Utilizzati per grossi apparecchi di distribuzione e di comando; affiancando più armadi si ottengono quadri ad armadi multipli.

##### - A banco

Utilizzati per il comando di macchine o d'impianti complessi sia del settore dell'industria meccanica sia di quella siderurgica o chimica.

##### - A cassetta

Caratterizzati dalla posa a parete sia sporgente sia incassata; questi quadri sono utilizzati soprattutto per la distribuzione a livello di reparto o di zona negli ambienti industriali e del terziario.

##### - A cassette multiple

Sono l'insieme di più cassette, in genere di tipo protetto e con flange di affrancamento, contenente ciascuna un'unità funzionale che può essere un interruttore automatico, un avviatore, una presa completa d'interruttore di blocco o di protezione. Si ottiene così una combinazione di scomparti a cassette meccanicamente uniti tra loro con o senza una struttura di fissaggio comune; i collegamenti elettrici tra due cassette vicine passano attraverso le aperture praticate sulle facce adiacenti.

#### 3.3 Condizioni d'installazione

Sotto l'aspetto delle condizioni d'installazione i quadri si distinguono in:

##### - Quadro per interno

Quadro destinato a essere utilizzato in locali in cui siano verificate le condizioni Normali di servizio per interno, come specificato nella CEI EN 61439-1, ovvero:

##### Condizioni ambientali d'installazione per interno

Tabella 3.1

| Umidità relativa   | Temperatura dell'aria                                  | Altitudine                |
|--|--|---------------------------|
| 50% (alla temperatura massima di 40° C)<br>90% (alla temperatura massima di 20° C) | Temperatura massima<br>≤40 °C                          | Non superiore<br>a 2000 m |
|  | Temperatura media in<br>un periodo di<br>24 ore ≤35 °C |                           |
|  | Temperatura minima<br>≥-5 °C                           |                           |

##### - Quadro per esterno

Quadro destinato a essere utilizzato nelle Normali condizioni di servizio per installazioni all'esterno, come specificato nella CEI EN 61439-1, ovvero:

##### Condizioni ambientali d'installazione per esterno

Tabella 3.2

| Umidità relativa  | Temperatura dell'aria                                  | Altitudine                |
|---|--|---------------------------|
| 100%<br>temporaneamente<br>(alla temperatura<br>massima di 25° C) | Temperatura massima<br>≤40 °C                          | Non superiore<br>a 2000 m |
|   | Temperatura media<br>in un periodo di 24 ore<br>≤35 °C |                           |
|   | Temperatura minima<br>≥-25 °C                          |                           |

- **Quadro fisso**

Quadro previsto per essere fissato sul luogo d'installazione, per esempio sul pavimento o su un muro e per essere utilizzato in questo luogo.

- **Quadro mobile**

Quadro previsto per essere facilmente spostato da un luogo di utilizzo ad un altro.

### 3.4 Classificazione funzionale

In relazione alle funzioni cui sono destinati, i quadri possono essere suddivisi nelle seguenti tipologie:

- **Quadri principali di distribuzione**

I quadri principali di distribuzione, detti anche Power Center (PC), sono in genere installati subito a valle dei trasformatori MT/BT o dei generatori. Questi quadri comprendono una o più unità d'ingresso, eventuali congiuntori di barra ed un numero relativamente ridotto di unità di uscita.

- **Quadri secondari di distribuzione**

I quadri secondari comprendono una vasta categoria di quadri destinati alla distribuzione dell'energia e sono dotati solitamente di un'unità d'ingresso e di numerose unità di uscita.

- **Quadri di manovra motori**

I quadri di manovra motori sono destinati al comando e alla protezione centralizzata dei motori; comprendono quindi le relative apparecchiature coordinate di manovra e protezione e quelle ausiliarie di comando e segnalazione. Sono anche chiamati Motor control center (MCC).

- **Quadri di comando, misura e protezione**

I quadri di comando, misura e protezione, sono in genere costituiti da banchi che contengono prevalentemente apparecchiature destinate al comando, alla misura e al controllo degli impianti e dei processi industriali.

- **Quadri a bordo macchina**

I quadri a bordo macchina sono funzionalmente simili ai precedenti; hanno il compito di consentire l'interfacciamento della macchina con la sorgente di energia elettrica e con l'operatore. Ulteriori prescrizioni per i quadri che sono parte integrante della macchina sono stabilite dalla serie di norme IEC 60204.

- **Quadri per cantiere**

I quadri per cantiere hanno varie dimensioni, che vanno dalla semplice unità di prese a spina a veri e propri quadri di distribuzione in involucro metallico o in materiale isolante. Sono generalmente di tipo mobile o comunque trasportabile.

## 4. Grado di protezione IP in un quadro

Il grado di protezione IP indica il livello di protezione dell'involucro contro l'accesso a parti pericolose, contro la penetrazione di corpi solidi estranei e contro l'ingresso di acqua.

Il codice IP è il sistema di identificazione dei gradi di protezione, conformemente a quanto prescritto nella Norma CEI EN 60529. Riportiamo, nella seguente tabella, anche in dettaglio il significato delle diverse cifre e lettere.

Figura 4.1

| Lettera caratteristica            | Protezione internazionale   |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Prima cifra caratteristica        | Cifra da 0 a 6, o lettera X |
| Seconda cifra caratteristica      | Cifra da 0 a 8, o lettera X |
| Lettera addizionale (opzionale)   | Lettere H, B, C, D          |
| Lettera supplementare (opzionale) | Lettere H, M, S, W          |

Tabella 4.1

|   | Protezione dell'apparecchiatura               | Contro l'accesso a parti pericolose con: |
|---|---|--|
| Prima cifra caratteristica<br>(ingresso di corpi solidi)  | 0   | non protetto                             |
|   | 1 $\geq 50$ mm di diametro dorso della mano   | dorso della mano                         |
|   | 2 $\geq 12,5$ mm di diametro dito             | dito                                     |
|   | 3 $\geq 2,5$ mm di diametro attrezzo          | attrezzo                                 |
|   | 4 $\geq 1$ mm di diametro filo                | filo                                     |
|   | 5 protetto contro la polvere                  | filo                                     |
|   | 6 totalmente protetto contro la polvere       | filo                                     |
| Seconda cifra caratteristica<br>(penetrazione dell'acqua) | 0 non protetto                                |  |
|   | 1 caduta verticale                            |  |
|   | 2 caduta di gocce d'acqua (inclinazione 15°)  |  |
|   | 3 pioggia                                     |  |
|   | 4 spruzzi d'acqua                             |  |
|   | 5 getti d'acqua                               |  |
|   | 6 getti potenti (simili a ondate marine)      |  |
|   | 7 immersione temporanea                       |  |
| 8 immersione continua                                     |   |  |
| Lettera addizionale<br>(opzionale)                        | A   | dorso della mano                         |
|   | B   | dito                                     |
|   | C   | attrezzo                                 |
|   | D   | filo                                     |
| Lettera supplementare<br>(opzionale)                      | H Apparecchiatura ad alta tensione            |  |
|   | M Prova con acqua con apparecchiatura in moto |  |
|   | S Prova con acqua con apparecchiatura in moto |  |
|   | W Condizioni atmosferiche                     |  |

La lettera addizionale indica il grado di protezione per le persone contro l'accesso a parti pericolose.

Le lettere addizionali sono usate:

- se la protezione effettiva contro l'accesso a parti pericolose è superiore a quella indicata dalla prima cifra caratteristica;
- oppure se è indicata solo la protezione contro l'accesso a parti pericolose, la prima cifra caratteristica viene allora sostituita con una X.

Questa protezione superiore potrebbe essere fornita, per esempio, da barriere, da aperture di forma adeguata o da distanze interne delle parti pericolose dall'involucro. Il grado di protezione deve essere verificato in accordo con la CEI EN 60529; la prova può essere eseguita su un quadro rappresentativo equipaggiato in una condizione stabilita dal costruttore originale. Le prove del grado IP devono essere effettuate:

- con tutti i coperchi e le porte in posizione e chiusi come nell'uso ordinario;
- senza tensione, se non diversamente specificato dal costruttore originale.

Se si usa un involucro vuoto conforme alla CEI EN 62208, si deve effettuare una verifica tramite valutazione per assicurarsi che nessuna modifica esterna effettuata comporti un deterioramento del grado di protezione. In questo caso non è richiesta alcuna prova aggiuntiva. In pratica, se l'involucro è già conforme alla IEC 62208, non è necessario svolgere ulteriori verifiche costruttive a meno di interventi significativi sull'involucro.

#### 4.1 Grado di protezione IP nei quadri ABB

Per quanto riguarda i quadri, se non diversamente specificato dal costruttore, il grado di protezione vale per l'intero quadro, montato ed installato come nell'uso ordinario (a porta chiusa). Il costruttore può inoltre indicare i gradi di protezione relativi a particolari configurazioni che si possono presentare in esercizio, come ad esempio il grado di protezione a porte aperte e quello ad apparecchi asportati o estratti.

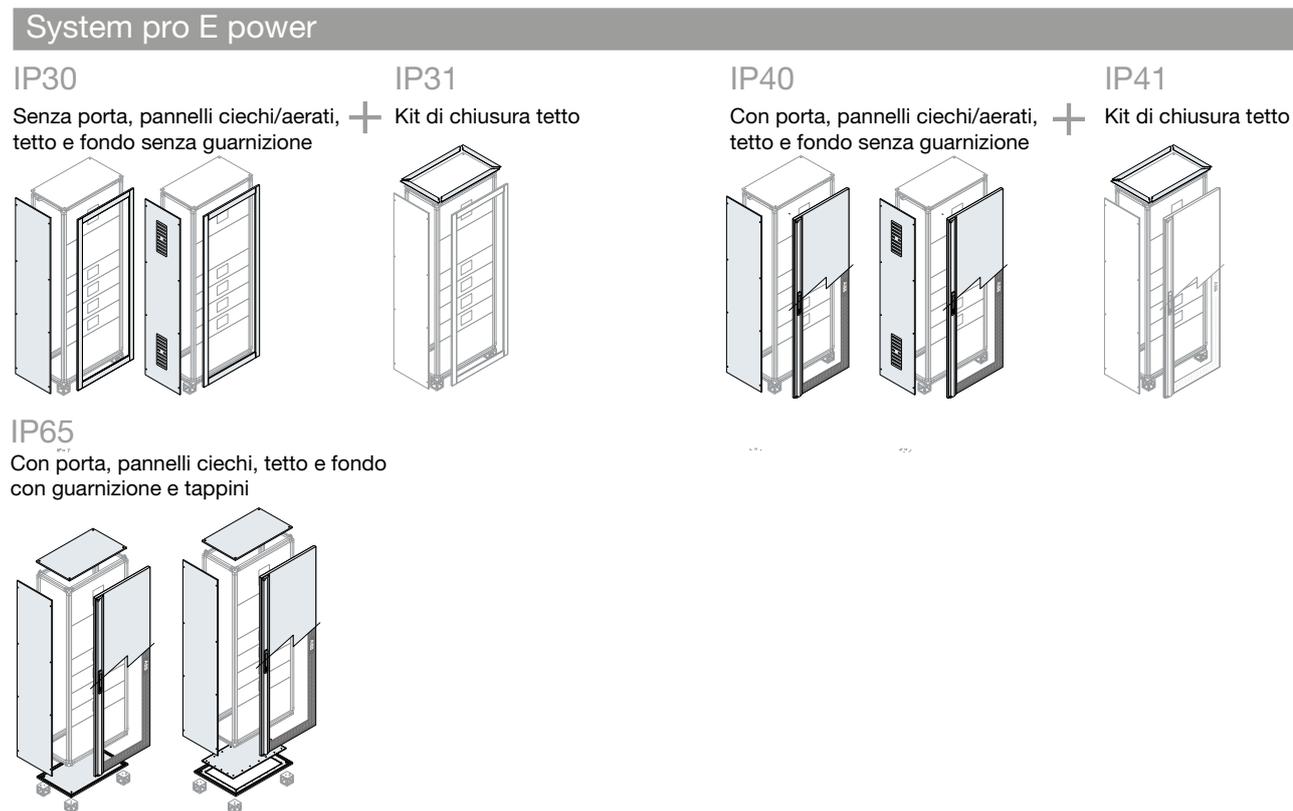
Per i quadri destinati ad uso interno, in ambienti dove non c'è il rischio di penetrazione di acqua, la Norma stabilisce i seguenti gradi minimi di protezione: IP 00, IP 2X, IP 3X, IP 4X, IP 5X, IP 6X.

Per i quadri chiusi, il grado IP deve essere  $\geq 2X$  dopo l'installazione, in accordo con le istruzioni fornite dal costruttore del quadro. Il grado IP per il fronte e per il retro deve essere almeno uguale a IP XXB.

Per i quadri previsti per l'uso all'esterno e senza protezione supplementare (ad esempio una tettoia), la seconda cifra caratteristica della sigla IP deve essere almeno uguale a 3.

Riportiamo ora i gradi di protezione ottenibili con quadri System pro E power di ABB SACE.

Figura 4.2



#### 4.2 Grado di protezione IP ed ambiente di installazione

Allo stato attuale non esiste una Normativa che metta in relazione il grado di protezione IP e l'ambiente nel quale viene inserito il quadro, a meno di ambienti particolari con pericolo di esplosione (CEI 64-2, CEI 31-35).

Tabella 4.2

| Stabilimenti industriali                   | IP30 | IP31 | IP40 | IP65 |
|--|------|------|------|------|
| accumulatori (fabbricazione)               |      |      | •    |      |
| acidi (fabbricazione e deposito)           |      |      | •    |      |
| alcolici (deposito)                        | •    |      |      |      |
| alcol (fabbricazione e deposito)           |      |      | •    |      |
| alluminio (fabbricazione e deposito)       |      |      |      | •    |
| animali (allevamento)                      |      |      |      | •    |
| asfalto bitume (deposito)                  |      |      |      | •    |
| birrifici                                  | •    |      |      |      |
| calce (forni a)                            |      |      |      | •    |
| carbone (magazzini)                        |      |      |      | •    |
| carburanti (fabbricazione e deposito)      |      |      |      | •    |
| carta (deposito)                           |      | •    |      |      |
| carta (fabbricazione)                      |      |      |      | •    |
| carta (preparazione dell'impasto)          |      |      |      | •    |
| cartone (fabbricazione)                    |      |      |      | •    |
| catene di imbottigliamento                 |      |      |      | •    |
| catrame (trattamento)                      |      |      |      | •    |
| cave                                       |      |      |      | •    |
| celluloide (fabbricazione di oggetti)      | •    |      |      |      |
| cellulosa (fabbricazione)                  |      |      |      | •    |
| cementifici                                |      |      |      | •    |
| cloro (fabbricazione e deposito)           |      |      |      | •    |
| cokerie                                    |      |      |      | •    |
| colle (fabbricazione)                      |      |      |      | •    |
| combustibili liquidi (depositi)            |      |      |      | •    |
| concerie                                   |      |      |      | •    |
| concimi (fabbricazione e deposito)         |      |      |      | •    |
| cromatura (fabbriche di)                   |      |      |      | •    |
| decapaggio                                 |      |      |      | •    |
| detergenti (fabbricazione)                 |      |      |      | •    |
| distillerie                                |      |      |      | •    |
| elettrolisi                                | •    |      |      |      |
| esplosivi (fabbricazione e deposito)       |      |      |      | •    |
| falegnamenrie                              |      |      |      | •    |
| ferramenta (fabbricazione)                 | •    |      |      |      |
| ferro (fabbricazione e trattamento)        |      |      |      | •    |
| filande                                    |      |      |      | •    |
| formaggerie                                | •    |      |      |      |
| gas (fabbriche e deposito)                 |      |      |      | •    |
| gessi (fabbricazione e deposito)           |      |      |      | •    |
| gommapiuma (fabbricazione, trasformazione) | •    |      |      |      |
| granaglie (fabbriche e deposito)           |      |      |      | •    |
| grassi (trattamento dei corpi grassi)      |      |      |      | •    |
| idrocarburi (estrazione)                   |      |      |      | •    |
| inchiostri (fabbricazione)                 | •    |      |      |      |

A titolo indicativo viene riportata questa tabella ricavata dalla guida UTE C 15-103 che mette in relazione gli ambienti ed i gradi di protezione dei quadri ArTu e System pro E power di ABB SACE.

Si ricorda che i quadri System pro E power di ABB SACE sono quadri per interno.

| Stabilimenti industriali                         | IP30 | IP31 | IP40 | IP65 |
|--|------|------|------|------|
| incisione dei metalli                            |      |      |      | •    |
| lana (cardatura della)                           |      |      |      | •    |
| latterie   | •    |      |      |      |
| lavanderie                                       | •    |      |      |      |
| lavatoi pubblici                                 | •    |      |      |      |
| legno (lavorazione del)                          |      |      |      | •    |
| liquidi alogeni (impiego)                        | •    |      |      |      |
| liquidi infiammabili (deposito e impiego)        | •    |      |      |      |
| liquori (fabbricazione)                          | •    |      |      |      |
| macchine (sale macchine)                         |      |      |      | •    |
| macellerie                                       | •    |      |      |      |
| magnesio (fabbricazione, lavorazione e deposito) |      |      |      | •    |
| materie plastiche (fabbricazione)                |      |      |      | •    |
| mattatoi   |      |      |      | •    |
| mattoni (fabbrica di )                           |      |      |      | •    |
| metalli (trattamento dei metalli)                |      |      |      | •    |
| motori termici (prove)                           | •    |      |      |      |
| munizioni (depositi)                             |      |      |      | •    |
| nichel (trattamento dei minerali)                |      |      |      | •    |
| oli (estrazione)                                 |      |      |      | •    |
| pelle (fabbricazione e deposito)                 |      |      |      | •    |
| pellicce (battitura)                             |      |      |      | •    |
| pittura (fabbricazione e deposito)               |      |      |      | •    |
| polverificio                                     |      |      |      | •    |
| prodotti chimici (fabbricazione)                 | •    |      |      |      |
| profumi (fabbricazione e deposito)               |      |      |      | •    |
| raffinerie di petrolio                           |      |      |      | •    |
| rame (trattamento dei minerali)                  |      |      |      | •    |
| rifiuti (trattamento)                            |      |      |      | •    |
| saldature  |      |      |      | •    |
| salumifici                                       | •    |      |      |      |
| saponi (fabbricazione)                           |      |      |      | •    |
| segherie   |      |      |      | •    |
| seta e crine (preparazione)                      |      |      |      | •    |
| silos di cereali o zucchero                      |      |      |      | •    |
| soda (fabbricazione e deposito)                  |      |      |      | •    |
| tessuti (fabbricazione)                          |      |      |      | •    |
| tintorie   | •    |      |      |      |
| tipografie                                       | •    |      |      |      |
| vernici (fabbricazione e utilizzo)               |      |      |      | •    |
| vestiti (depositi)                               | •    |      |      |      |
| vetrerie   |      |      |      | •    |
| zinco (lavorazione dello zinco)                  |      |      |      | •    |
| zolfo (trattamento)                              |      |      |      | •    |
| zuccherifici                                     |      |      |      | •    |

### 4.3 Grado di protezione IP e riscaldamento

Il grado di protezione di un quadro influenza la capacità di smaltire il calore: più il grado di protezione è elevato, tanto meno il quadro riesce a smaltire calore; per questa ragione si consiglia di utilizzare un grado di protezione adeguato all'ambiente d'installazione.

Per esempio, utilizzando un quadro System pro E power con porta e pannello retro senza guarnizione e laterali aerati, si garantisce un grado di protezione pari a IP40, mentre se si utilizzano porta, pannello retro e laterali ciechi con guarnizione il grado diventa IP65.

Disponendo dei gradi IP suddetti i quadri garantiscono la non accessibilità agli interruttori tramite la porta frontale; il quadro con i pannelli laterali areati permette però una miglior ventilazione rispetto al quadro con pannelli laterali ciechi.

È quindi preferibile utilizzare la prima soluzione se l'ambiente d'installazione lo permette.

### 4.4 Grado di protezione IP di parti asportabili

La rimozione di parti mobili in un quadro installato è realizzabile in due situazioni diverse:

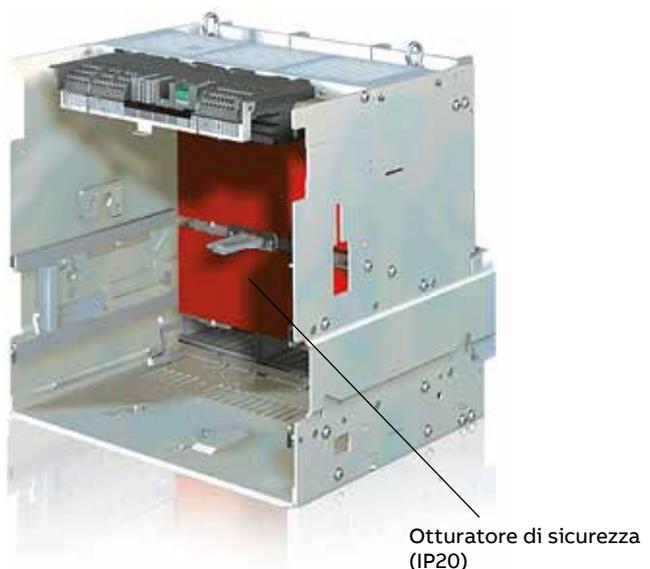
- 1) la rimozione della parte asportabile di un componente (es: interruttore estraibile, sezionatore estraibile, basetta portafusibili) predisposta per tale funzione, per riparazione, controllo o manutenzione;
- 2) la rimozione di una parte fissa, come flange, pannelli, coperchi o zoccoli, per lavori elettrici, come la realizzazione di nuove linee di entrata o uscita o la sostituzione di cavi esistenti.

Nel primo caso deve essere mantenuto lo stesso grado IP precedente alla rimozione, che in genere è IP2X; gli otturatori di sicurezza, posti sulla parte fissa degli interruttori aperti estrai-

bili, consentono di rispettare tale specifica (vedi figura 4.3). Se il grado IP fosse stato più elevato (es: IP44, IP55 o altro), la parte asportabile sarebbe stata all'interno dell'involucro che, una volta richiuso, deve ripristinare tale condizione.

Nel caso di lavori elettrici, se dopo la rimozione di una parte fissa per mezzo di un attrezzo, il grado di protezione originale non fosse mantenuto, si devono adottare gli opportuni provvedimenti prescritti dalle norme CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) e CEI 11-27, per assicurare un adeguato livello di sicurezza agli operatori.

Figura 4.3



## 5. Gradi di protezione IK degli involucri

Il grado IK indica il livello di protezione fornito dall'involucro del quadro contro gli impatti meccanici dannosi, ed è verificato, quando richiesto dalla specifica norma dei quadri, mediante prove che devono essere eseguite in laboratorio.

Il codice IK è il sistema di codifica per indicare il grado di protezione fornito da un involucro contro gli impatti meccanici dannosi, conformemente a quanto prescritto nella Norma CEI EN 62262 del 2008.

Il grado di protezione dell'involucro contro gli impatti è indicato dal codice IK nel seguente modo:

Figura 5.1



Ciascun gruppo numerico caratteristico rappresenta un valore d'energia d'impatto come indicato nella tabella 5.1.

In genere il grado di protezione si applica all'involucro completo. Se parti dell'involucro hanno diversi gradi di protezione, questi ultimi devono essere indicati separatamente.

Non è obbligatorio definire e dichiarare il grado IK per i quadri di potenza. Per i quadri di potenza, quando si effettua la prova di impatto meccanico, essa deve essere eseguita in accordo con le specifiche delle norme.

### 5.1 Gradi di protezione IK dei quadri System pro E power

Per quando riguarda i quadri System pro E power, il grado di protezione IK vale per l'intero quadro, montato ed installato come nell'uso ordinario (a porta chiusa).

Riportiamo di seguito i gradi di protezione contro impatti meccanici esterni (codice IK) dei quadri della serie ArTu e System pro E power.

Figura 5.2

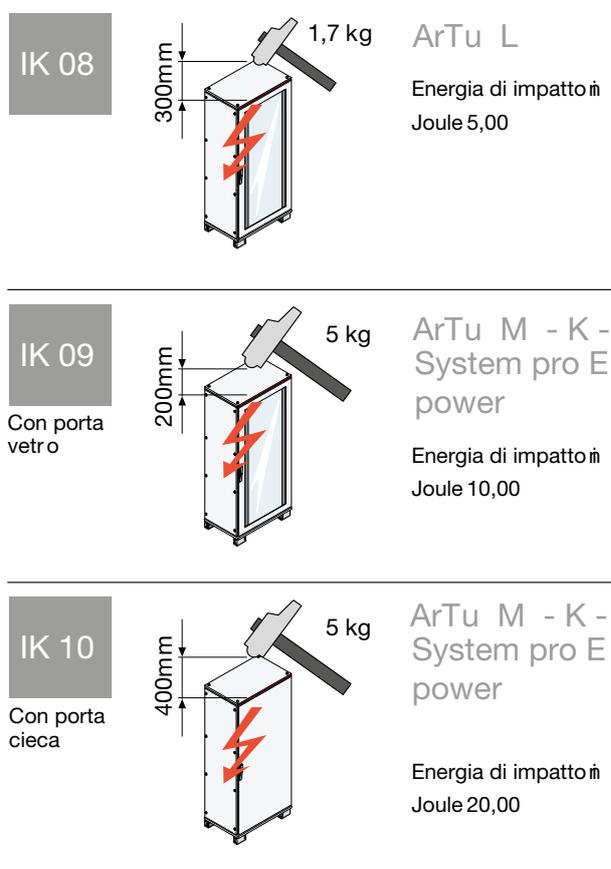


Tabella 5.1

| Codice IK                   | Relazione tra il grado di protezione IK e l'energia di impatto |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                             | IK00   | IK01 | IK02 | IK03 | IK04 | IK05 | IK06 | IK07 | IK08 | IK09 | IK10 |
| Energia di impatto in joule | (*)  | 0,14 | 0,2  | 0,35 | 0,5  | 0,7  | 1    | 2    | 5    | 10   | 20   |

(\*) Non protetto secondo la Norma

## 6. Forme di segregazione

Per forma di segregazione s'intende il tipo di suddivisione prevista all'interno del quadro.

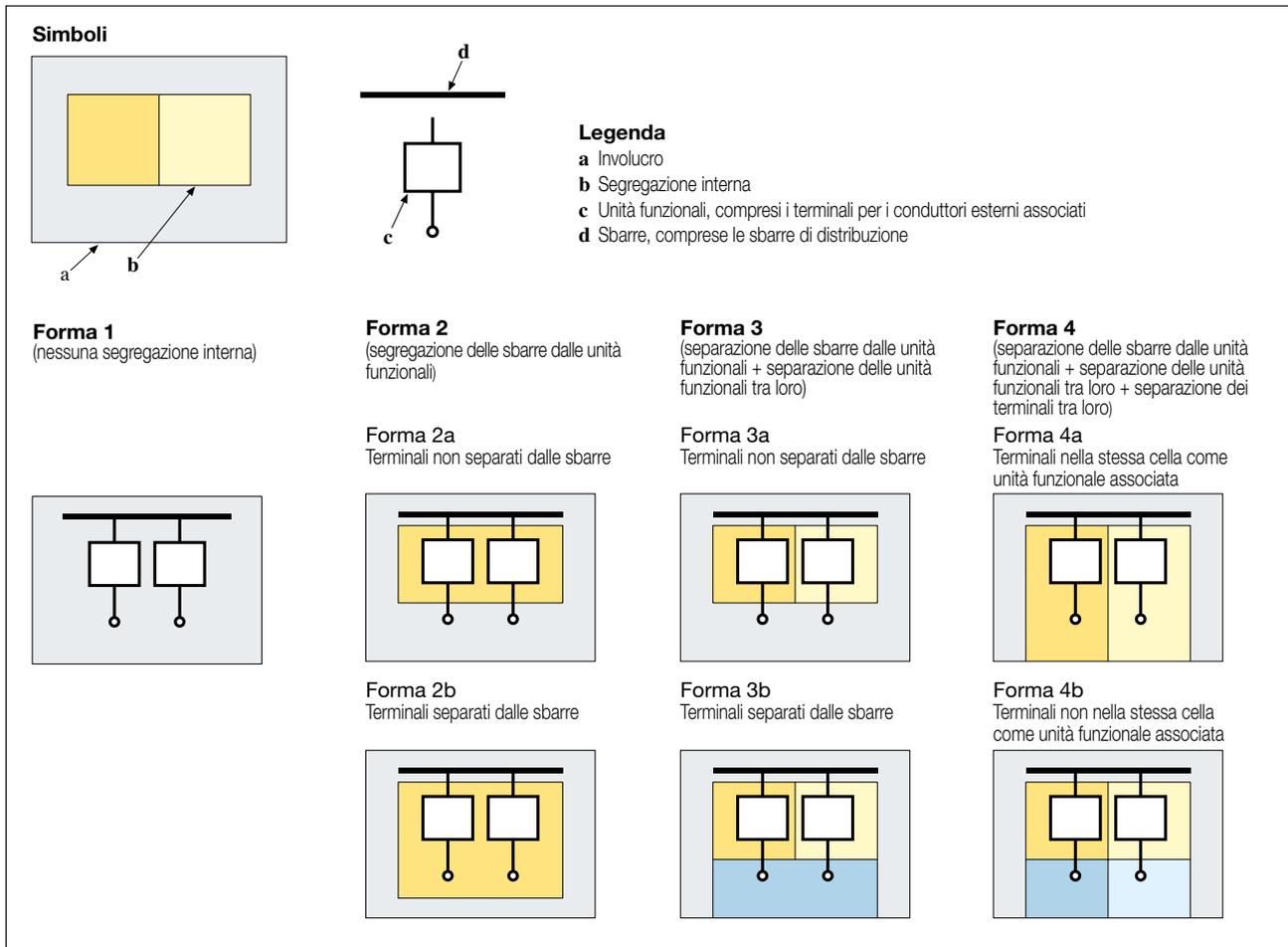
La segregazione mediante barriere o diaframmi (metallici o isolanti) può avere lo scopo di:

- assicurare la protezione contro i contatti diretti (almeno IPXXB), in caso d'accesso ad una parte del quadro posta fuori tensione, rispetto al resto del quadro rimasto in tensione;
- ridurre la probabilità d'innesco e di propagazione di un arco interno;
- impedire il passaggio di corpi solidi fra parti diverse del quadro (grado di protezione almeno IP2X).

Per diaframma s'intende l'elemento di separazione tra due celle, mentre la barriera protegge l'operatore dai contatti diretti e dagli effetti dell'arco degli apparecchi di interruzione nella direzione abituale di accesso.

La seguente tabella riportata nella Norma CEI EN 61439-2 evidenzia le forme tipiche di segregazione che si possono ottenere mediante l'utilizzo di barriere o diaframmi:

Tabella 6.1



I quadri ABB SACE possono, mediante kit, realizzare le seguenti forme di segregazione:

forma 1 nessuna segregazione con le serie ArTu e System pro E power

forma 2 copre la forma 2a della Norma con le serie ArTu e System pro E power e copre la forma 2b della Norma con la serie System pro E power

forma 3 copre la forma 3a e 3b della Norma con le serie ArTu e System pro E power

forma 4 copre la forma 4b della Norma con le serie ArTu e System pro E power

## 7 Verifica dei limiti di sovratemperatura all'interno di un quadro

### 7.1 Introduzione

La verifica dei limiti di sovratemperatura imposti dalla Norma CEI EN 61439-1 deve essere effettuata con uno o più dei seguenti metodi:

- prove con corrente (in laboratorio);
- confronto e valutazione delle caratteristiche nominali, da un progetto/quadro provato, per varianti/quadri simili;
- calcoli, per quadri a scomparto singolo con corrente nominale non superiore a 630 A o per quadri con corrente nominale non superiore a 1600 A.

La Norma CEI EN 61439-1 impone il rispetto degli stessi limiti di sovratemperatura della precedente versione, che non devono essere superati durante la prova di riscaldamento. Questi limiti di sovratemperatura si applicano per una temperatura media dell'aria ambiente fino a 35°C.

La sovratemperatura di un elemento o di una parte del quadro è la differenza tra la temperatura di questo elemento o di questa parte e la temperatura dell'aria ambiente all'esterno del quadro. Se ad esempio la temperatura media dell'aria ambiente è maggiore di 35°C, i limiti di sovratemperatura devono essere adattati per questa speciale condizione di esercizio, in modo che la somma della temperatura dell'aria ambiente e del limite della sovratemperatura individuale (di un elemento o di una parte) rimanga invariata<sup>3</sup>.

Se la temperatura media dell'aria ambiente è minore di 35 °C è ammesso lo stesso adattamento dei limiti di sovratemperatura mediante accordo tra l'utilizzatore ed il costruttore del quadro.

Di seguito, in Tabella 7.1, sono riportati, per le parti del quadro, i limiti di sovratemperatura ammessi dalla Norma.

<sup>3</sup> Se i limiti di sovratemperatura sono stati cambiati per coprire una temperatura ambiente differente, anche la corrente nominale di tutte le sbarre, unità funzionali, ecc. può necessitare conseguentemente di essere cambiata. Il costruttore originale dovrebbe stabilire le eventuali misure da adottare per assicurare la conformità con i limiti di sovratemperatura. Per temperature ambientali fino a 50 °C, ciò può essere fatto con i calcoli, assumendo che la sovratemperatura di ciascun componente o apparecchio sia proporzionale alla potenza dissipata generata in quel componente.

Ci sono apparecchi (es: gli interruttori automatici scatolati e aperti di bassa tensione) dove la potenza dissipata è sostanzialmente proporzionale a I<sup>2</sup> e altri che hanno sostanzialmente perdite fisse.

Tabella 7.1

| Parti del quadro  | Sovratemperature K   |
|---|--|
| Componenti incorporati <sup>a)</sup>                              | (*) In accordo con le relative prescrizioni delle norme di prodotto per i componenti singoli o, secondo le istruzioni del costruttore del componente <sup>f)</sup> , tenendo in considerazione la temperatura interna del QUADRO   |
| Terminali per conduttori esterni isolati                          | 70 <sup>b)</sup>   |
| Sbarre e conduttori   | Limitata da <sup>f)</sup> :<br>- resistenza meccanica del materiale conduttore <sup>g)</sup> ;<br>- possibili influenze sull'apparecchio adiacente;<br>- limite di temperatura ammissibile per i materiali isolanti a contatto con il conduttore;<br>- influenza della temperatura del conduttore sugli apparecchi ad esso connessi;<br>- per i contatti ad innesto, natura e trattamento superficiale del materiale dei contatti. |
| Organi di comando manuale:  |  |
| - di metallo  | 15 <sup>c)</sup>   |
| - di materiale isolante   | 25 <sup>c)</sup>   |
| Involucri e coperture esterne accessibili:                        |  |
| - superfici metalliche  | 30 <sup>d)</sup>   |
| - superfici isolanti  | 40 <sup>d)</sup>   |
| Disposizioni particolari di connessioni di tipo a presa e a spina | Determinata dai limiti fissati per quei componenti del relativo apparecchio di cui fanno parte <sup>e)</sup>   |

a) Il termine "componenti incorporati" significa:

- apparecchi convenzionali di protezione e di manovra;
- sottoassiemi elettronici (per es. ponti raddrizzatori, circuiti stampati);
- parti d'equipaggiamento (per es. regolatore, alimentatore stabilizzato di potenza, amplificatore operazionale).

b) Il limite di sovratemperatura di 70 K è un valore basato sulla prova convenzionale di 10.10. Un QUADRO utilizzato o provato nelle condizioni d'installazione può avere connessioni il cui tipo, natura e disposizione sono diversi da quelli adottati per la prova; può quindi risultare ed essere richiesta o accettata una sovratemperatura diversa sui terminali di connessione. Se i terminali dei componenti incorporati sono anche i terminali per i conduttori esterni isolati, si

deve applicare il corrispondente limite di sovratemperatura più basso. Il limite di sovratemperatura è il più basso tra la sovratemperatura massima specificata dal costruttore del componente e 70 K. In assenza delle istruzioni del costruttore è il limite specificato dalla Norma di prodotto del componente installato ma non superiore a 70 K.

c) Per gli organi di comando manuale posti all'interno dei quadri, accessibili solo dopo l'apertura del quadro, per es. manopole d'estrazione d'uso poco frequente, è ammesso un aumento di 25 K su questi limiti di sovratemperatura.

d) Se non diversamente specificato, in caso di coperture e involucri che sono accessibili ma che non richiedono di essere toccati in condizioni normali di servizio, è ammesso un aumento di 10 K su questi limiti di sovratemperatura. Superfici esterne e parti sopra i 2 m dalla base del quadro si considerano non accessibili.

e) Ciò permette un grado di flessibilità rispetto all'apparecchiatura (per es. dispositivi elettronici) soggetta a limiti di sovratemperatura diversi da quelli normalmente associati agli apparecchi di protezione e di manovra.

f) Per le prove di sovratemperatura secondo 10.10, i limiti di sovratemperatura devono essere specificati dal costruttore originale, tenendo in considerazione tutti i punti di misura addizionali ed i limiti imposti dal costruttore del componente.

g) Supponendo che tutti gli altri criteri elencati siano soddisfatti, non deve essere superata una sovratemperatura massima di 105 K per sbarre e conduttori di rame nudi.

NOTA 1 I 105 K si riferiscono alla temperatura oltre la quale si può verificare la ricottura del rame. Altri materiali possono avere sovratemperature massime differenti.

NOTA 2 I limiti di sovratemperatura riportati nella presente tabella si applicano ad una temperatura media dell'aria ambiente fino a 35 °C nelle condizioni di servizio ordinario (vedi 7.1). Durante la verifica è ammessa una diversa temperatura dell'aria ambiente (si veda 10.10.2.3.4).

(\*) Per quanto riguarda gli interruttori installati in quadro, i limiti di sovratemperatura sono i seguenti:

- 70 K se al terminale è collegato un conduttore isolato;
- 85 K per i terminali, se questi non sono collegati direttamente a conduttori isolati (la sovratemperatura di 85 K è sempre in riferimento alla temperatura ambiente esterna al quadro di 35°C).

Figura 7.1

Connessione con sbarra

Connessione con cavo isolato PVC



## 7.2 Verifica termica del quadro

Scopo di questo documento è di fornire un supporto che permetta la verifica delle sovratemperature all'interno dei quadri secondo i criteri conformi alla CEI EN 61439-1.

Per la verifica della sovratemperatura si devono usare uno o più dei metodi seguenti<sup>4</sup>:

1) Le prove<sup>5</sup> (prima definite prove di tipo) in cui si verificano le due seguenti situazioni:

- che ciascun tipo di circuito, preso singolarmente, può portare la sua corrente nominale (quando è installato nel quadro);
- che alla massima corrente (corrente nominale) del circuito di entrata, i circuiti di uscita (ogni possibile combinazione) possono portare contemporaneamente e continuativamente la loro corrente nominale moltiplicata per il fattore di contemporaneità del quadro.

Si consideri, ad esempio, la verifica del quadro completo (in accordo al paragrafo 10.10.2.3.5 della CEI EN 61439-1) che prevede di caricare i circuiti di entrata e di uscita del quadro con la loro corrente nominale e di considerare un fattore di contemporaneità pari ad 1. Questo metodo è un approccio rapido e conservativo per verificare particolari configurazioni del quadro.

Si consideri, ad esempio, un quadro con una corrente nominale del circuito di entrata ( $I_{na}$ ) che è insufficiente ad alimentare contemporaneamente tutti i circuiti di uscita (composti da unità funzionali diverse) caricati alla loro corrente nominale; per questo saranno necessarie due o più prove per verificare tutti i circuiti di uscita, alla loro corrente nominale, che saranno quindi divisi in due o più gruppi.

In ogni prova, il circuito di entrata e le sbarre sono caricati alla loro corrente nominale e sono caricati tanti circuiti di uscita in un gruppo, alla loro corrente nominale, quanti sono necessari per distribuire la corrente in entrata.

In ogni prova, su ciascun gruppo, si dovrà verificare la combinazione più gravosa delle correnti nei circuiti di uscita, che causa la più alta sovratemperatura possibile all'interno del quadro.

Il quadro (prototipo) è sottoposto alla prova di riscaldamento con temperatura media dell'aria ambiente  $\leq 35^\circ\text{C}$ .

Raggiunto il regime termico (quando la variazione di temperatura in tutti i punti misurati non supera 1K/h), si rilevano, in prefissati punti del quadro (vedi Tabella 7.1), le sovratemperature raggiunte e mantenute a regime. Questi valori sono poi confrontati con quelli ammissibili (riportati in Tabella 7.1); se i valori misurati sono minori o uguali a quelli ammissibili, la prova si considera superata con quelle correnti, con quel fattore di contemporaneità e con quelle determinate condizioni al contorno (temperatura ambiente, umidità ecc).

Quando la verifica della sovratemperatura è effettuata con prove, la scelta dei conduttori e della loro sezione, da utilizzare all'interno del quadro, deve essere fatta sotto la responsabilità del costruttore originale.

Le prove effettuate a 50Hz, sono valide anche a 60Hz fino a correnti di 800 A. Al di sopra di tale valore le correnti (a 60Hz) vanno ridotte del 5%. Come alternativa, non è necessario alcun declassamento delle correnti per l'impiego a 60Hz, se nella prova a 50Hz si sono misurate sovratemperature non superiori al 90% di quelle ammesse.

2) Derivazione delle correnti nominali, da un progetto/quadro provato, per varianti/quadri simili.

Con questa procedura si verificano i quadri ottenuti per derivazione da quadri simili provati.

Un quadro che deriva da un quadro simile, già sottoposto a prova di riscaldamento, è verificato, senza dover eseguire un'altra prova, se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- le unità funzionali devono appartenere allo stesso gruppo delle unità funzionali provate (es: stessa funzione e stesso schema elettrico di base del circuito principale; stessi valori nominali; apparecchi della stessa taglia; stessa disposizione fisica degli apparecchi; struttura di montaggio dello stesso tipo; identico tipo e disposizione dei conduttori; sezione dei conduttori almeno uguale a quella dei conduttori provati);
- i due quadri hanno lo stesso tipo di costruzione (lo stesso costruttore);
- le dimensioni esterne del quadro da verificare sono uguali o maggiori di quelle del quadro provato;
- le condizioni di raffreddamento del quadro da verificare sono uguali o migliori di quelle del quadro provato (convezione forzata o naturale, stesse o maggiori aperture di ventilazione);
- la forma di segregazione interna del quadro da verificare è uguale o inferiore di quella del quadro provato;
- la potenza dissipata all'interno del quadro da verificare è uguale o minore di quella del quadro provato.

3) La verifica mediante valutazione

La norma CEI EN 61439-1 prevede due metodi di calcolo, che determinano la sovratemperatura approssimativa dell'aria all'interno del quadro, in funzione della potenza dissipata da tutti i circuiti e dai componenti interni, e confrontano questa temperatura con quelle ammissibili per il funzionamento degli apparecchi installati.

I due metodi sono:

a) il calcolo delle potenze dissipate, per quadri a singola cella<sup>6</sup> con  $I_{na} \leq 630$  A e  $f \leq 60$  Hz.

Con questo metodo si verifica che la potenza dissipata all'interno del quadro, dagli apparecchi incorporati e dai conduttori, è inferiore a quella dissipabile dall'involucro.

<sup>4</sup> Per approfondimenti si rimanda al paragrafo 10.10 e all'Allegato O della CEI EN 61439-1: 2012-02.

<sup>5</sup> Per approfondimenti si rimanda al paragrafo 10.10.2 e al paragrafo O.3 (Allegato O) della CEI EN 61439-1: 2012-02.

<sup>6</sup> Il quadro è costituito da un solo scomparto senza separazioni orizzontali, cioè la singola cella coincide con lo scomparto del quadro.

Si può applicare questo metodo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- la potenza dissipata da ciascun componente installato è indicata dal rispettivo costruttore;
- la potenza dissipata all'interno dell'involucro si ripartisce uniformemente;
- la corrente nominale dei circuiti del quadro ( $I_{nc}$ ), da verificare, non deve superare l'80 % della corrente convenzionale termica nominale in aria libera ( $I_{th}$ ), se esiste, o la corrente nominale ( $I_n$ ) degli apparecchi di manovra e dei componenti elettrici installati nel circuito<sup>7</sup>.
- le parti strutturali (meccaniche) e le apparecchiature installate sono disposti in modo tale da non ostacolare in maniera significativa la circolazione dell'aria;
- i conduttori che portano una corrente maggiore di 200 A e le parti strutturali adiacenti sono disposte in modo da minimizzare le perdite per isteresi e per correnti parassite;
- tutti i conduttori devono avere una sezione minima, basata sul 125% della corrente nominale ammessa per il circuito associato. La scelta dei cavi deve essere fatta in accordo con la IEC 60364-5-52<sup>8</sup>. La sezione delle sbarre deve essere o come quella provata o come quella riportata nell'Allegato N della CEI EN 61439-1: 2012-02. Se il costruttore dell'apparecchio specifica un conduttore con sezione maggiore, si deve usare la sezione specificata;
- la sovratemperatura massima, che dipende dalla potenza dissipata all'interno dell'involucro, per differenti metodi d'installazione (es: montaggio a parete o a pavimento) è fornita dal costruttore dell'involucro oppure è determinata come segue.

Si simula il riscaldamento del quadro vuoto inserendovi dei resistori calibrati. Una volta raggiunto il regime termico, si misura la sovratemperatura nella parte superiore dell'involucro e dopo aver verificato che le sovra-temperature delle superfici esterne accessibili rientrano nei limiti tabulati (vedi Tabella 7.1), si decide che il valore massimo della potenza dissipabile è quella prodotta dai resistori calibrati inseriti.

b) l'algoritmo di calcolo della norma CEI 17-43 (IEC 60890), per quadri con  $I_{na} \leq 1600$  A e  $f \leq 60$  Hz.

In questo caso si utilizzano solo delle procedure di calcolo algebrico senza dati sperimentali che calcolano la sovratemperatura dell'aria nei diversi strati all'interno del quadro.

Si tratta di un procedimento di calcolo che porta al tracciamento, dal basso verso l'alto, della mappa termica a regime del quadro, secondo valori di temperatura linearmente crescenti, che raggiungono il valore massimo proprio in cima all'involucro. In questo modo è possibile, attraverso la

potenza totale dissipata dagli apparecchi e dai conduttori, valutare la sovratemperatura ai diversi strati, all'interno del quadro, dal basso verso l'alto.

Secondo la Norma CEI EN 61439-1, questo metodo di calcolo è applicabile se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- la potenza dissipata da ciascun componente installato è indicata dal rispettivo costruttore;
- la potenza dissipata all'interno dell'involucro si ripartisce uniformemente;
- la corrente nominale dei circuiti del quadro ( $I_{nc}$ ), da verificare, non deve superare l'80 % della corrente convenzionale termica nominale in aria libera ( $I_{th}$ ), se esiste, o la corrente nominale ( $I_n$ ) degli apparecchi di manovra e dei componenti elettrici installati nel circuito<sup>9</sup>;
- le parti strutturali (meccaniche) e le apparecchiature installate sono disposti in modo tale da non ostacolare in maniera significativa la circolazione dell'aria;
- i conduttori che portano una corrente maggiore di 200 A e le parti strutturali adiacenti sono disposte in modo da minimizzare le perdite per isteresi e per correnti parassite;
- tutti i conduttori devono avere una sezione minima, basata sul 125% della corrente nominale ammessa per il circuito associato. La scelta dei cavi deve essere fatta in accordo con la IEC 60364-5-52<sup>10</sup>. La sezione delle sbarre deve essere o come quella provata o come quella riportata nell'Allegato N della CEI EN 61439-1: 2012-02. Se il costruttore dell'apparecchio specifica un conduttore con sezione maggiore, si deve usare quella specificata.
- per gli involucri con ventilazione naturale, la sezione delle aperture d'uscita dell'aria è almeno 1,1 volte la sezione delle aperture di entrata dell'aria;
- non ci sono più di tre diaframmi orizzontali nel quadro o in uno scomparto del quadro;
- per involucri con celle e ventilazione naturale, la sezione delle aperture di ventilazione in ogni diaframma orizzontale è almeno il 50 % della sezione orizzontale della cella.

<sup>7</sup> Per gli interruttori scatolati Tmax T e SACE Tmax XT e per gli interruttori aperti Emax ed Emax X1 deve essere:  $I_{nc} \leq 80\%I_{th}$ ;

<sup>8</sup> Vedere l'allegato H della CEI EN 61439-1: 2012-02 per:

- degli esempi di come mettere in relazione la norma con le condizioni interne al quadro  
- la relazione tra le correnti d'impiego dei conduttori in rame e le potenze dissipate in condizioni ideali all'interno del quadro.

<sup>9</sup> Con gli interruttori scatolati Tmax T e SACE Tmax XT e con gli interruttori aperti Emax ed Emax X1 deve essere:  $I_{nc} \leq 80\%I_{th}$ ;

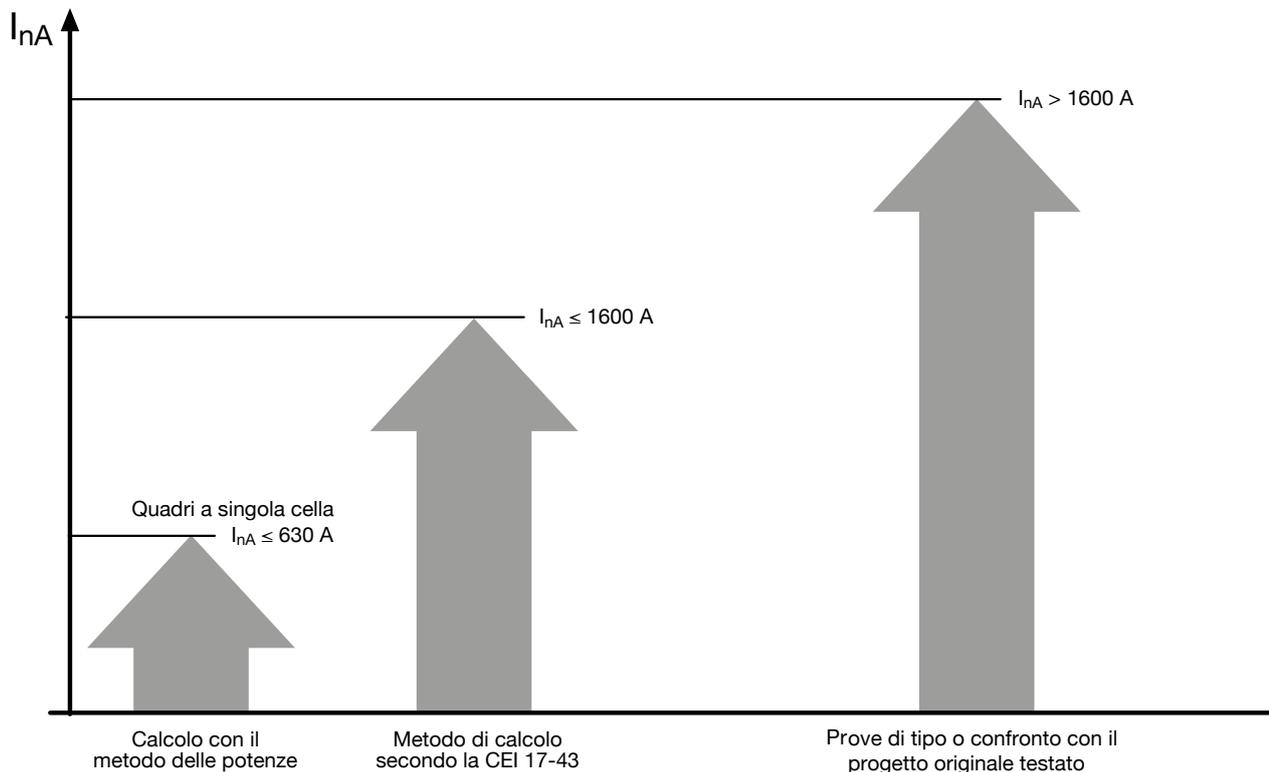
<sup>10</sup> Vedere l'allegato H della CEI EN 61439-1: 2012-02 per:

- degli esempi di come mettere in relazione la norma con le condizioni interne al quadro  
- la relazione tra le correnti d'impiego dei conduttori in rame e le potenze dissipate in condizioni ideali all'interno del quadro.

Come indicato nell'Appendice nazionale, la CEI EN 61439-1, consente l'utilizzo del metodo di calcolo, secondo la CEI 17-43 (IEC 60890), anche per i quadri con corrente nominale  $I_{nA}$  non superiore a 3150 A, limitatamente al caso in cui il quadro in analisi è derivato da un quadro simile provato.

Viene anche specificato che è responsabilità del costruttore del quadro dimostrare che il quadro in esame è derivabile, senza scostamenti significativi, dal quadro sottoposto a prova.

Figura 7.2



Con i soli metodi di calcolo si può verificare la conformità alle sovratemperature dei quadri:

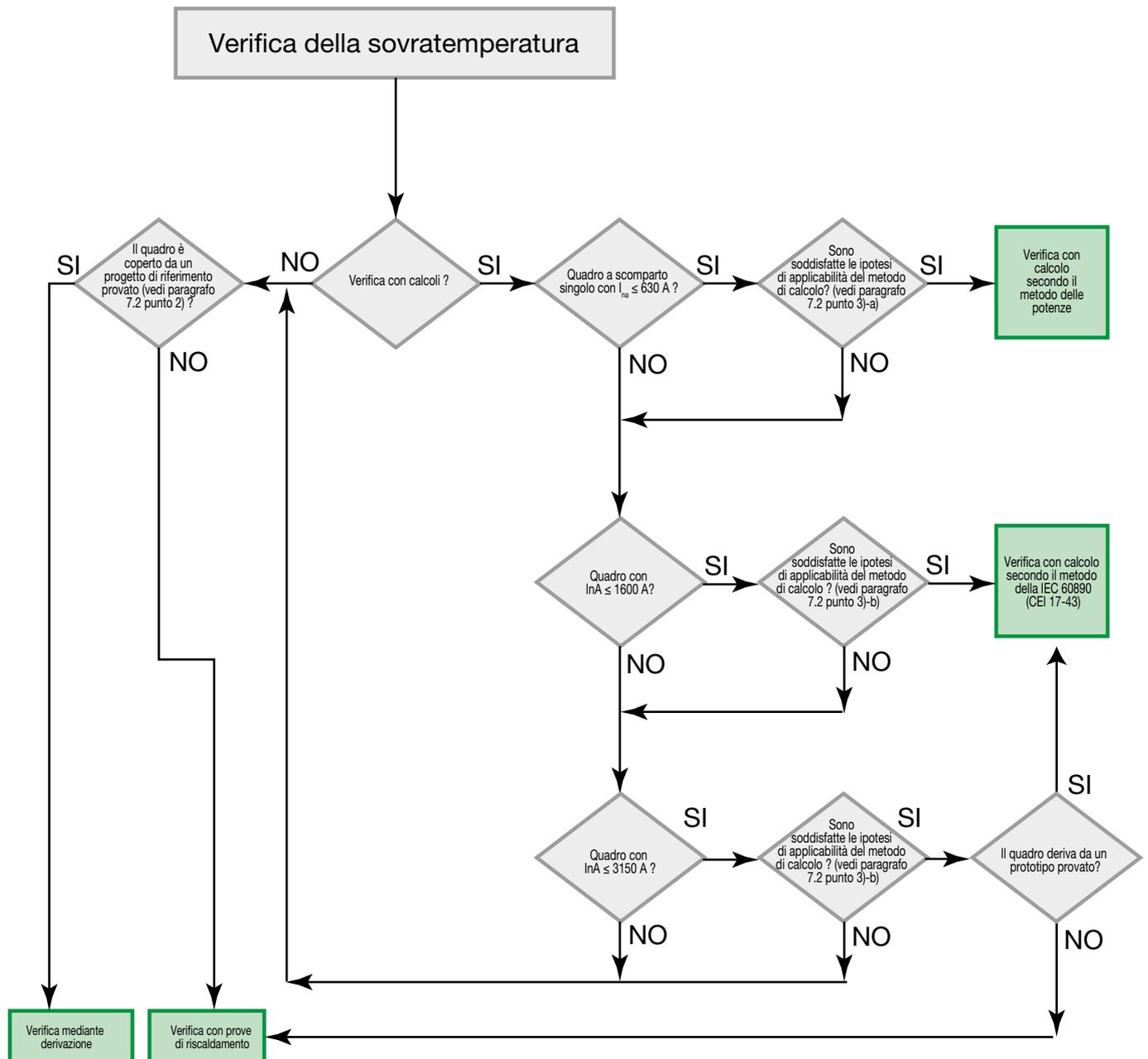
- a singola cella con correnti nominali non superiori a 630 A con il metodo delle potenze
- con correnti nominali non superiori a 1600 A con la CEI 17-43 (IEC TR 60890)

La verifica della sovratemperatura si può fare con prova di tipo o per confronto con il progetto originale testato, senza alcun limite alla corrente nominale del quadro

La scelta del metodo di calcolo per la verifica della sovratemperatura, in alternativa alla prova di riscaldamento o alla verifica

con derivazione, si può riassumere con il seguente diagramma di flusso:

Figura 7.3



### 7.3 Calcolo delle sovratemperature secondo la CEI 17-43 (IEC TR 60890)

In figura 7.4 sono riportate le diverse modalità d'installazione considerate nella Norma CEI 17-43

#### Calcolo delle potenze prodotte dai diversi componenti e dissipate all'interno del quadro

Il calcolo delle potenze dissipate, riportate nelle configurazioni presentate, è realizzato tenendo conto delle effettive potenze dissipate dai diversi componenti.

#### Interruttori

Date le potenze dissipate alla corrente nominale ( $I_n$ ), riportate nelle tabelle che seguono, e la corrente che effettivamente attraversa gli interruttori ( $I_b$ ) si può determinare la potenza effettivamente dissipata dagli apparecchi:

$$P(I_b) = P(I_n) \left( \frac{I_b}{I_n} \right)^2$$

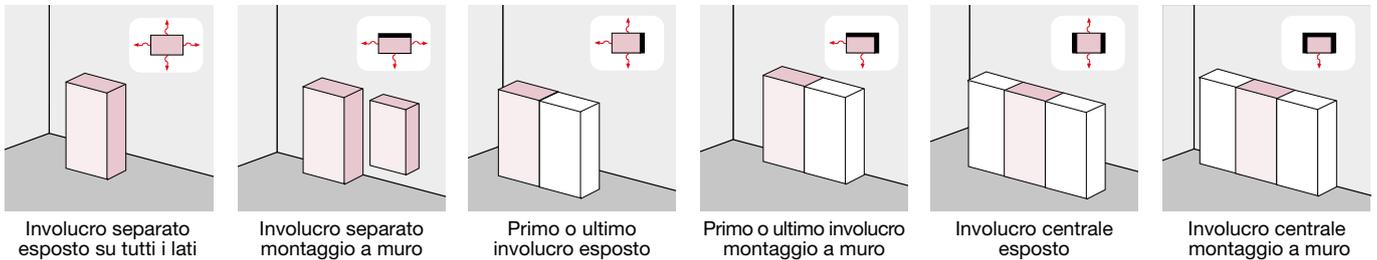
I valori così determinati devono essere maggiorati per un fattore che dipende dal tipo d'interruttore.

Questo coefficiente serve a tener conto dei collegamenti che portano corrente agli interruttori.

Tabella 7.2

| Tipologia d'interruttore      | Aperti e grossi scatolati (T7) | Scatolati | Modulari |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------|----------|
| Coefficiente maggiorativo (C) | 1,3                            | 1,5       | 2        |

Figura 7.4



Involucro separato esposto su tutti i lati

Involucro separato montaggio a muro

Primo o ultimo involucro esposto

Primo o ultimo involucro montaggio a muro

Involucro centrale esposto

Involucro centrale montaggio a muro

## Interruttori aperti - Potenze dissipate

### SACE Emax 2 E1.2÷E6.2

Tabella 7.3

Potenza dissipata totale (3/4 poli) [W]

| I <sub>n</sub> [A] | E1.2B/C/N |     | E2.2B/N/S/H |     | E4.2N/N/S/H/V |     | E6.2H/V/X |      |
|--------------------|-----------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-----------|------|
|                    | F         | W   | F           | W   | F             | W   | F         | W    |
| 630                | 31        | 62  |             |     |               |     |           |      |
| 800                | 50        | 100 | 34          | 72  |               |     |           |      |
| 1000               | 78        | 156 | 53          | 113 |               |     |           |      |
| 1250               | 122       | 244 | 83          | 176 |               |     |           |      |
| 1600               | 201       | 400 | 136         | 288 |               |     |           |      |
| 2000               |           |     | 212         | 450 |               |     |           |      |
| 2500               |           |     | 267         | 550 |               |     |           |      |
| 3200               |           |     |             |     | 425           | 743 |           |      |
| 4000               |           |     |             |     | 465           | 900 | 309       | 544  |
| 5000               |           |     |             |     |               |     | 483       | 850  |
| 6300               |           |     |             |     |               |     | 767       | 1550 |

F: fisso - W: estraibile

Le potenze dissipate sono calcolate secondo la norma IEC 60947-1. I valori indicati in tabella si riferiscono alla potenza totale degli interruttori in versione tripolare e tetrapolare con carichi equilibrati con flusso di corrente pari alla corrente ininterrotta nominale "I<sub>n</sub>" a 50/60Hz

### Emax E1÷E6, X1

Tabella 7.4

Potenza dissipata totale (3/4 poli) [W]

| I <sub>n</sub> [A]   | X1B-N |     | X1L |     | E1B-N |     | E2B-N-S |     | E2L |     | E3N-S-H-V |     | E3L |     | E4S-H-V |     | E6H-V |      |  |
|----------------------|-------|-----|-----|-----|-------|-----|---------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|---------|-----|-------|------|--|
|                      | F     | W   | F   | W   | F     | W   | F       | W   | F   | W   | F         | W   | F   | W   | F       | W   | F     | W    |  |
| I <sub>n</sub> =630  | 31    | 60  | 61  | 90  |       |     |         |     |     |     |           |     |     |     |         |     |       |      |  |
| I <sub>n</sub> =800  | 51    | 104 | 99  | 145 | 65    | 95  | 29      | 53  |     |     | 22        | 36  |     |     |         |     |       |      |  |
| I <sub>n</sub> =1000 | 79    | 162 | 155 | 227 | 96    | 147 | 45      | 83  |     |     | 38        | 58  |     |     |         |     |       |      |  |
| I <sub>n</sub> =1250 | 124   | 253 | 242 | 354 | 150   | 230 | 70      | 130 | 105 | 165 | 60        | 90  |     |     |         |     |       |      |  |
| I <sub>n</sub> =1600 | 203   | 415 |     |     | 253   | 378 | 115     | 215 | 170 | 265 | 85        | 150 |     |     |         |     |       |      |  |
| I <sub>n</sub> =2000 |       |     |     |     |       |     | 180     | 330 |     |     | 130       | 225 | 215 | 330 |         |     |       |      |  |
| I <sub>n</sub> =2500 |       |     |     |     |       |     |         |     |     |     | 205       | 350 | 335 | 515 |         |     |       |      |  |
| I <sub>n</sub> =3200 |       |     |     |     |       |     |         |     |     |     | 330       | 570 |     |     | 235     | 425 | 170   | 290  |  |
| I <sub>n</sub> =4000 |       |     |     |     |       |     |         |     |     |     |           |     |     |     | 360     | 660 | 265   | 445  |  |
| I <sub>n</sub> =5000 |       |     |     |     |       |     |         |     |     |     |           |     |     |     |         |     | 415   | 700  |  |
| I <sub>n</sub> =6300 |       |     |     |     |       |     |         |     |     |     |           |     |     |     |         |     | 650   | 1100 |  |

F: fisso - W: estraibile

I valori indicati nelle tabelle si riferiscono a carichi equilibrati, con correnti nelle fasi pari a I<sub>n</sub>, e sono validi per interruttori e per sezionatori sia tripolari che tetra polari. Per questi ultimi la corrente nel neutro è nulla per definizione.

Tabella 7.5

## Interruttori scatolati - Potenze dissipate

## SACE Tmax XT

Potenza dissipata totale (3/4 poli) [W]

| Sganciatore                   | I <sub>n</sub> [A] | XT1  |      | XT2  |      | XT3  |      | XT4  |      |     |
|-------------------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|                               |                    | F    | P    | F    | P/W  | F    | P    | F    | P/W  |     |
| TMD<br>TMA<br>TMG<br>MF<br>MA | 1,6                |      |      | 6,00 | 7,2  |      |      |      |      |     |
|                               | 2                  |      |      | 7,2  | 8,4  |      |      |      |      |     |
|                               | 2,5                |      |      | 7,5  | 8,4  |      |      |      |      |     |
|                               | 3                  |      |      | 8,4  | 9,6  |      |      |      |      |     |
|                               | 4                  |      |      | 7,5  | 8,4  |      |      |      |      |     |
|                               | 6,3                |      |      | 9,9  | 11,7 |      |      |      |      |     |
|                               | 8                  |      |      | 7,8  | 9    |      |      |      |      |     |
|                               | 10                 |      |      | 8,7  | 10,2 |      |      |      |      |     |
|                               | 12,5               |      |      | 3    | 3,6  |      |      |      |      |     |
|                               | 16                 | 4,5  | 4,8  | 3,9  | 4,5  |      |      |      |      |     |
|                               | 20                 | 5,4  | 6    | 4,8  | 5,7  |      |      |      |      |     |
|                               | 25                 | 6    | 8,4  | 6    | 7,5  |      |      |      |      |     |
|                               | 32                 | 6,3  | 9,6  | 7,8  | 9    |      |      | 7,5  | 7,8  |     |
|                               | 40                 | 7,8  | 13,8 | 11,1 | 13,2 |      |      | 7,8  | 8,1  |     |
|                               | 50                 | 11,1 | 15   | 12,3 | 14,1 |      |      | 8,1  | 8,4  |     |
|                               | 63                 | 12,9 | 18   | 14,4 | 17,1 | 12,9 | 15,3 | 15,9 | 17,1 |     |
|                               | 80                 | 14,4 | 21,6 | 17,4 | 20,4 | 14,4 | 17,4 | 16,5 | 18,3 |     |
|                               | 100                | 21   | 30   | 24,3 | 28,5 | 16,8 | 20,4 | 18,6 | 21,6 |     |
|                               | 125                | 32,1 | 44,1 | 34,2 | 42   | 19,8 | 23,7 | 22,2 | 27   |     |
|                               | 160                | 45   |      | 48,3 | 57   | 23,7 | 28,5 | 26,7 | 32,4 |     |
|                               | 200                |      |      |      |      | 39,6 | 47,4 | 35,7 | 44,7 |     |
|                               | 250                |      |      |      |      | 53,4 | 64,2 | 49,2 | 63,3 |     |
|                               | Ekip LS/I          | 10   |      |      | 0,3  | 0,3  |      |      |      |     |
|                               | Ekip I             | 25   |      |      | 2,4  | 2,7  |      |      |      |     |
|                               | Ekip LSI           | 40   |      |      |      |      |      |      | 1,8  | 2,1 |
| Ekip LSIG                     | 63                 |      |      | 5,1  | 6,3  |      |      | 4,2  | 5,4  |     |
| Ekip E-LSIG                   | 100                |      |      | 12,6 | 15,6 |      |      | 10,5 | 13,5 |     |
| Ekip M-LRIU                   | 160                |      |      | 32,4 | 40,2 |      |      | 26,7 | 34,5 |     |
| Ekip M-LIU                    | 250                |      |      |      |      |      |      | 49,2 | 68,1 |     |
| Ekip N-LS/I                   |                    |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
| Ekip G-LS/I                   |                    |      |      |      |      |      |      |      |      |     |

F: fisso - W: estraibile - P: rimovibile

Tabella 7.6

## Tmax

Potenza dissipata totale (3/4 poli) [W]

| Sganciatore | I <sub>n</sub> [A] | T11P |      | T1   | T2   | T3   |      | T4   |      | T5   |       | T6   |       | T7 S,H,L |       | T7 V  |       | T7X |
|-------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|----------|-------|-------|-------|-----|
|             |                    | F    | F    | F    | P    | F    | P    | F    | P/W  | F    | P/W   | F    | W     | F        | W     | F     | W     | F   |
|             | 1                  |      |      | 4,5  | 5,1  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 1,6                |      |      | 6,3  | 7,5  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 2                  |      |      | 7,5  | 8,7  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 2,5                |      |      | 7,8  | 9    |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 3,2                |      |      | 8,7  | 10,2 |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 4                  |      |      | 7,8  | 9    |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 5                  |      |      | 8,7  | 10,5 |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 6,3                |      |      | 10,5 | 12,3 |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 8                  |      |      | 8,1  | 9,6  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 10                 |      |      | 9,3  | 10,8 |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 12,5               |      |      | 3,3  | 3,9  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 16                 | 1,5  | 4,5  | 4,2  | 4,8  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 20                 | 1,8  | 5,4  | 5,1  | 6    |      |      | 10,8 | 10,8 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| TMF         | 25                 | 2    | 6    | 6,9  | 8,4  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| TMD         | 32                 | 2,1  | 6,3  | 8,1  | 9,6  |      |      | 11,1 | 11,1 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| TMA         | 40                 | 2,6  | 7,8  | 11,7 | 13,8 |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| MA          | 50                 | 3,7  | 11,1 | 12,9 | 15   |      |      | 11,7 | 12,3 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| MF          | 63                 | 4,3  | 12,9 | 15,3 | 18   | 12,9 | 15,3 |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 80                 | 4,8  | 14,4 | 18,3 | 21,6 | 14,4 | 17,4 | 13,8 | 15   |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 100                | 7    | 21   | 25,5 | 30   | 16,8 | 20,4 | 15,6 | 17,4 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 125                | 10,7 | 32,1 | 36   | 44,1 | 19,8 | 23,7 | 18,6 | 21,6 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 160                | 15   | 45   | 51   | 60   | 23,7 | 28,5 | 22,2 | 27   |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 200                |      |      |      |      | 39,6 | 47,4 | 29,7 | 37,2 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 250                |      |      |      |      | 53,4 | 64,2 | 41,1 | 52,8 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 320                |      |      |      |      |      |      |      |      | 40,8 | 62,7  |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 400                |      |      |      |      |      |      |      |      | 58,5 | 93    |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 500                |      |      |      |      |      |      |      |      | 86,4 | 110,1 |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 630                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 92,8 | 117   |          |       |       |       |     |
|             | 800                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 93   | 118,8 |          |       |       |       |     |
|             | 10                 |      |      | 1,5  | 1,8  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 25                 |      |      | 3    | 3,6  |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 63                 |      |      | 10,5 | 12   |      |      |      |      |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
|             | 100                |      |      | 24   | 27,2 |      |      | 5,1  | 6,9  |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| PR221       | 160                |      |      | 51   | 60   |      |      | 13,2 | 18   |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| PR222       | 250                |      |      |      |      |      |      | 32,1 | 43,8 |      |       |      |       |          |       |       |       |     |
| PR223       | 320                |      |      |      |      |      |      | 52,8 | 72   | 31,8 | 53,7  |      |       |          |       |       |       |     |
| PR231       | 400                |      |      |      |      |      |      |      |      | 49,5 | 84    |      |       | 15       | 27    | 24    | 36    |     |
| PR232       | 630                |      |      |      |      |      |      |      |      | 123  | 160,8 | 90   | 115,5 | 36       | 66    | 60    | 90    |     |
| PR331       | 800                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 96   | 124,9 | 57,9     | 105,9 | 96    | 144   | 105 |
| PR332       | 1000               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 150  |       | 90       | 165   | 150   | 225   |     |
|             | 1250               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       | 141      | 258   | 234,9 | 351,9 |     |
|             | 1600               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       | 231      | 423   |       |       |     |

F: fisso - W: estraibile - P: rimovibile

**Barre di distribuzione**

Le barre presenti nella colonna in esame devono essere considerate nel computo della potenza dissipata.

La lunghezza può essere determinata approssimativamente tramite ispezione del fronte quadro.

La potenza dissipata da queste può essere determinata tramite la relazione:

$$P(I_b) = P(I_n) \left( \frac{I_b}{I_n} \right)^2 \cdot L_{\text{tratto}} \cdot 3$$

**Dove:**

- $P(I_n)$  è la potenza dissipata per unità di lunghezza alla corrente nominale ed il suo valore è ricavabile dalla tabella B.2 della Norma CEI 17-43, sotto riportata, oppure dai cataloghi del costruttore.
- $(L_{\text{tratto}} \cdot 3)$  è il prodotto della lunghezza del tratto di barra, moltiplicata per 3 volte, essendo il circuito trifase.

Corrente di funzionamento e potenze dissipate delle sbarre nude, con disposizione verticale, senza connessioni dirette con l'apparecchio

Tabella 7.7

| Larghezza<br>x<br>spessore | Sezione<br>(Cu) | Temperatura massima ammessa dal conduttore: 85 °C                               |                       |                           |                       |                           |                       |                           |                       |   |                       |                           |                       |                           |                       |                           |                       |
|----------------------------|-----------------|---|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
|                            |                 | Temperatura dell'aria intorno ai conduttori<br>all'interno dell'involucro 35 °C |                       |                           |                       |                           |                       |                           |                       | Temperatura dell'aria intorno ai conduttori<br>all'interno dell'involucro 55 °C |                       |                           |                       |                           |                       |                           |                       |
|                            |                 | da 50 Hz a 60 Hz AC   |                       |                           |                       | DC e AC fino a 16 2/3 Hz  |                       |                           |                       | da 50 Hz a 60 Hz AC   |                       |                           |                       | DC e AC fino a 16 2/3 Hz  |                       |                           |                       |
|                            |                 | corrente di funzionamento   | potenze dissipate (1) | corrente di funzionamento | potenze dissipate (1) | corrente di funzionamento | potenze dissipate (1) | corrente di funzionamento | potenze dissipate (1) | corrente di funzionamento   | potenze dissipate (1) | corrente di funzionamento | potenze dissipate (1) | corrente di funzionamento | potenze dissipate (1) | corrente di funzionamento | potenze dissipate (1) |
| mm x mm                    | mm <sup>2</sup> | A*  | W/m                   | A**                       | W/m                   | A*                        | W/m                   | A**                       | W/m                   | A*  | W/m                   | A**                       | W/m                   | A*                        | W/m                   | A**                       | W/m                   |
| 12 x 2                     | 23,5            | 144   | 19,5                  | 242                       | 27,5                  | 144                       | 19,5                  | 242                       | 27,5                  | 105   | 10,4                  | 177                       | 14,7                  | 105                       | 10,4                  | 177                       | 14,7                  |
| 15 x 2                     | 29,5            | 170   | 21,7                  | 282                       | 29,9                  | 170                       | 21,7                  | 282                       | 29,9                  | 124   | 11,6                  | 206                       | 16,0                  | 124                       | 11,6                  | 206                       | 16,0                  |
| 15 x 3                     | 44,5            | 215   | 23,1                  | 375                       | 35,2                  | 215                       | 23,1                  | 375                       | 35,2                  | 157   | 12,3                  | 274                       | 18,8                  | 157                       | 12,3                  | 274                       | 18,8                  |
| 20 x 2                     | 39,5            | 215   | 26,1                  | 351                       | 34,8                  | 215                       | 26,1                  | 354                       | 35,4                  | 157   | 13,9                  | 256                       | 18,5                  | 157                       | 12,3                  | 258                       | 18,8                  |
| 20 x 3                     | 59,5            | 271   | 27,6                  | 463                       | 40,2                  | 271                       | 27,6                  | 463                       | 40,2                  | 198   | 14,7                  | 338                       | 21,4                  | 198                       | 14,7                  | 338                       | 21,4                  |
| 20 x 5                     | 99,1            | 364   | 29,9                  | 665                       | 49,8                  | 364                       | 29,9                  | 668                       | 50,3                  | 266   | 16,0                  | 485                       | 26,5                  | 266                       | 16,0                  | 487                       | 26,7                  |
| 20 x 10                    | 199             | 568   | 36,9                  | 1097                      | 69,2                  | 569                       | 36,7                  | 1107                      | 69,6                  | 414   | 19,6                  | 800                       | 36,8                  | 415                       | 19,5                  | 807                       | 37,0                  |
| 25 x 5                     | 124             | 435   | 34,1                  | 779                       | 55,4                  | 435                       | 34,1                  | 78                        | 55,6                  | 317   | 18,1                  | 568                       | 29,5                  | 317                       | 18,1                  | 572                       | 29,5                  |
| 30 x 5                     | 149             | 504   | 38,4                  | 894                       | 60,6                  | 505                       | 38,2                  | 899                       | 60,7                  | 368   | 20,5                  | 652                       | 32,3                  | 369                       | 20,4                  | 656                       | 32,3                  |
| 30 x 10                    | 299             | 762   | 44,4                  | 1410                      | 77,9                  | 770                       | 44,8                  | 1436                      | 77,8                  | 556   | 27,7                  | 1028                      | 41,4                  | 562                       | 23,9                  | 1048                      | 41,5                  |
| 40 x 5                     | 199             | 641   | 47,0                  | 1112                      | 72,5                  | 644                       | 47,0                  | 1128                      | 72,3                  | 468   | 25,0                  | 811                       | 38,5                  | 469                       | 24,9                  | 816                       | 38,5                  |
| 40 x 10                    | 399             | 951   | 52,7                  | 1716                      | 88,9                  | 968                       | 52,6                  | 1796                      | 90,5                  | 694   | 28,1                  | 1251                      | 47,3                  | 706                       | 28,0                  | 1310                      | 48,1                  |
| 50 x 5                     | 249             | 775   | 55,7                  | 1322                      | 82,9                  | 782                       | 55,4                  | 1357                      | 83,4                  | 566   | 29,7                  | 964                       | 44,1                  | 570                       | 29,4                  | 989                       | 44,3                  |
| 50 x 10                    | 499             | 1133  | 60,9                  | 2008                      | 102,9                 | 1164                      | 61,4                  | 2141                      | 103,8                 | 826   | 32,3                  | 1465                      | 54,8                  | 849                       | 32,7                  | 1562                      | 55,3                  |
| 60 x 5                     | 299             | 915   | 64,1                  | 1530                      | 94,2                  | 926                       | 64,7                  | 1583                      | 94,6                  | 667   | 34,1                  | 1116                      | 50,1                  | 675                       | 34,4                  | 1154                      | 50,3                  |
| 60 x 10                    | 599             | 1310  | 68,5                  | 2288                      | 116,2                 | 1357                      | 69,5                  | 2487                      | 117,8                 | 955   | 36,4                  | 1668                      | 62,0                  | 989                       | 36,9                  | 1814                      | 62,7                  |
| 80 x 5                     | 399             | 1170  | 80,7                  | 1929                      | 116,4                 | 1200                      | 80,8                  | 2035                      | 116,1                 | 858   | 42,9                  | 1407                      | 61,9                  | 875                       | 42,9                  | 1484                      | 61,8                  |
| 80 x 10                    | 799             | 1649  | 85,0                  | 2806                      | 138,7                 | 1742                      | 85,1                  | 3165                      | 140,4                 | 1203  | 45,3                  | 2047                      | 73,8                  | 1271                      | 45,3                  | 1756                      | 74,8                  |
| 100 x 5                    | 499             | 1436  | 100,1                 | 2301                      | 137,0                 | 1476                      | 98,7                  | 2407                      | 121,2                 | 1048  | 53,3                  | 1678                      | 72,9                  | 1077                      | 52,5                  | 1756                      | 69,8                  |
| 100 x 10                   | 999             | 1982  | 101,7                 | 3298                      | 164,2                 | 2128                      | 102,6                 | 3844                      | 169,9                 | 1445  | 54,0                  | 2406                      | 84,4                  | 1552                      | 54,6                  | 2803                      | 90,4                  |
| 120 x 10                   | 1200            | 2314  | 115,5                 | 3804                      | 187,3                 | 2514                      | 115,9                 | 4509                      | 189,9                 | 1688  | 61,5                  | 2774                      | 99,6                  | 1833                      | 61,6                  | 3288                      | 101,0                 |

\* un conduttore per fase

\*\* due conduttori per fase

(1) lunghezza singola

### Cavi in entrata e in uscita dal quadro

La potenza dissipata dai tratti di cavo che entrano nel quadro deve essere conteggiata separatamente.

La variabilità della lunghezza di questi tratti fa sì che, in alcuni casi la loro potenza sia trascurabile, in altri sia determinante per il corretto calcolo della potenza dissipata all'interno del quadro.

La potenza dissipata da questi può essere determinata tramite la relazione:

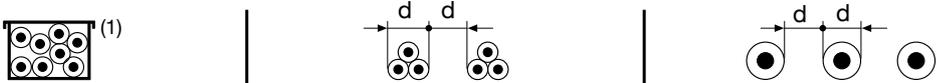
$$P(I_b) = P(I_n) \left( \frac{I_b}{I_n} \right)^2 \cdot L_{\text{tratto}} \cdot 3$$

### Dove:

- $P(I_n)$  è la potenza dissipata per unità di lunghezza alla corrente nominale ed il suo valore è ricavabile dalla tabella B.1 della Norma CEI 17-43 (vedi tabella 7.7) oppure dai cataloghi del costruttore.
- $(L_{\text{tratto}} \cdot 3)$  è la lunghezza del tratto di cavo all'interno del quadro o della colonna in esame moltiplicata per 3 essendo il circuito trifase; questa lunghezza può essere determinata approssimativamente per ispezione del fronte-quadro.

### Corrente di funzionamento e potenze dissipate dai conduttori isolati

Tabella 7.8

| Sezione<br>(Cu) | Temperatura massima ammessa del conduttore 70 °C                                     |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |
|-----------------|--|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|
|                 |  |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |
|                 | Temperatura dell'aria intorno ai conduttori all'interno dell'involucro               |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |                              |                          |
|                 | 35 °C  |                          | 55 °C                        |                          | 35 °C                        |                          | 55 °C                        |                          | 35 °C                        |                          | 55 °C                        |                          |
|                 | corrente di<br>funzionamento   | potenze<br>dissipate (2) | corrente di<br>funzionamento | potenze<br>dissipate (2) | corrente di<br>funzionamento | potenze<br>dissipate (2) | corrente di<br>funzionamento | potenze<br>dissipate (2) | corrente di<br>funzionamento | potenze<br>dissipate (2) | corrente di<br>funzionamento | potenze<br>dissipate (2) |
| mm <sup>2</sup> | A  | W/m                      | A                            | W/m                      | A                            | W/m                      | A                            | W/m                      | A                            | W/m                      | A                            | W/m                      |
| 1,5             | 12   | 2,1                      | 8                            | 0,9                      | 12                           | 2,1                      | 8                            | 0,9                      | 12                           | 2,1                      | 8                            | 0,9                      |
| 2,5             | 17   | 2,5                      | 11                           | 1,1                      | 20                           | 3,5                      | 12                           | 1,3                      | 20                           | 3,5                      | 12                           | 1,3                      |
| 4               | 22   | 2,6                      | 14                           | 1,1                      | 25                           | 3,4                      | 18                           | 1,8                      | 25                           | 3,4                      | 20                           | 2,2                      |
| 6               | 28   | 2,8                      | 18                           | 1,2                      | 32                           | 3,7                      | 23                           | 1,9                      | 32                           | 3,7                      | 25                           | 2,3                      |
| 10              | 38   | 3,0                      | 25                           | 1,3                      | 48                           | 4,8                      | 31                           | 2,0                      | 50                           | 5,2                      | 32                           | 2,1                      |
| 16              | 52   | 3,7                      | 34                           | 1,6                      | 64                           | 5,6                      | 42                           | 2,4                      | 65                           | 5,8                      | 50                           | 3,4                      |
| 25              |  |                          |                              |                          | 85                           | 6,3                      | 55                           | 2,6                      | 85                           | 6,3                      | 65                           | 3,7                      |
| 35              |  |                          |                              |                          | 104                          | 7,5                      | 67                           | 3,1                      | 115                          | 7,9                      | 85                           | 5,0                      |
| 50              |  |                          |                              |                          | 130                          | 7,9                      | 85                           | 3,4                      | 150                          | 10,5                     | 115                          | 6,2                      |
| 70              |  |                          |                              |                          | 161                          | 8,4                      | 105                          | 3,6                      | 175                          | 9,9                      | 149                          | 7,2                      |
| 95              |  |                          |                              |                          | 192                          | 8,7                      | 125                          | 3,7                      | 225                          | 11,9                     | 175                          | 7,2                      |
| 120             |  |                          |                              |                          | 226                          | 9,6                      | 147                          | 4,1                      | 250                          | 11,7                     | 210                          | 8,3                      |
| 150             |  |                          |                              |                          | 275                          | 11,7                     | 167                          | 4,3                      | 275                          | 11,7                     | 239                          | 8,8                      |
| 185             |  |                          |                              |                          | 295                          | 10,9                     | 191                          | 4,6                      | 350                          | 15,4                     | 273                          | 9,4                      |
| 240             |  |                          |                              |                          | 347                          | 12,0                     | 225                          | 5,0                      | 400                          | 15,9                     | 322                          | 10,3                     |
| 300             |  |                          |                              |                          | 400                          | 13,2                     | 260                          | 5,6                      | 460                          | 17,5                     | 371                          | 11,4                     |

(1) Ogni disposizione desiderata, con i valori specifici, si riferisce a un gruppo di conduttori raggruppati in fascio (sei conduttori caricati al 100%).

(2) Lunghezza singola

**Calcolo della sovratemperatura**

Il valore della sovratemperatura all'interno del quadro può essere calcolato tramite gli strumenti software ABB SACE come e-Design.

I parametri richiesti dal software sono i seguenti:

- dimensioni lineari del quadro (altezza, lunghezza, larghezza);
- modalità di installazione (esposto separato, separato a muro, ....);
- superficie d'ingresso dell'aria;  
(la Norma CEI 17-43 prescrive una superficie di uscita dell'aria almeno pari a 1,1 volte quella di entrata, se non risulta così allora la superficie di ingresso deve essere ridotta del 10 % rispetto a quella effettiva)
- temperatura ambiente;
- numero di segregazioni orizzontali;
- potenza dissipata totale.

Con il medesimo metodo o strumento, infine, si calcola la temperatura dell'aria a metà altezza e in cima al quadro da realizzare.

A questo punto, desunta la mappa termica interna al quadro, dal basso verso alto, se risulta che per ciascun apparecchio installato, la corrispondente temperatura nel punto di fissaggio si mantiene uguale o inferiore a quella ammissibile, dichiarata dallo specifico costruttore, l'intero quadro si considera verificato positivamente.

Inoltre, per gli apparecchi di manovra o per i componenti elettrici nei circuiti principali ed in particolare per gli interruttori automatici scatolati ed aperti di bassa tensione ABB, si deve avere che:

$$I_{nc} \leq 80\%I_n \text{ dove:}$$

$I_{nc}$ : corrente nominale dei circuiti del quadro da verificare;

$I_n$ : corrente nominale, in aria libera, dell'interruttore automatico di bassa tensione.

**Nota Bene**

Dalla conformità di un quadro alla CEI 17-43 si possono derivare altri allestimenti con analisi e deduzioni fisiche di tipo conservativo. Tali allestimenti sono accettabili se:

- utilizzano carpenteria con dimensioni lineari maggiori;
- sono posizionati in un ambiente climatizzato con temperatura ambiente  $\leq 35$  °C medi giornalieri;
- utilizzano una modalità di installazione con una maggiore ventilazione del quadro;
- utilizzano un dispositivo per la ventilazione forzata del quadro.

Se richiesto, questi parametri possono essere reinseriti nel calcolo della sovratemperatura al fine di determinare la precisa mappa termica del quadro.

Non si può invece tenere conto del diverso grado di protezione, né tanto meno della diversa forma di segregazione per ottenere sovratemperature inferiori.

## 8. Verifica delle prestazioni in cortocircuito

Il quadro elettrico deve essere costruito in modo da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti dalla corrente di cortocircuito fino ai valori dichiarati. Inoltre il quadro può essere protetto contro le correnti di cortocircuito mediante interruttori automatici o fusibili che possono essere installati nel quadro o a monte di esso.

L'utilizzatore deve specificare, al momento dell'ordine, le condizioni di cortocircuito nel punto di installazione.

Questo capitolo considera i seguenti aspetti:

- la necessità o meno di effettuare la verifica della tenuta al cortocircuito del quadro;
- l'idoneità di un quadro ad un impianto in funzione della corrente di cortocircuito presunta dell'impianto e dei parametri di cortocircuito del quadro;
- l'idoneità di un sistema di sbarre in funzione della corrente di cortocircuito e dei dispositivi di protezione;
- la verifica della tenuta al cortocircuito del quadro secondo la CEI EN 61439-1.

### 8.1 Verifica della tenuta al cortocircuito

La verifica della tenuta al cortocircuito è trattata dalle recenti norme CEI EN 61439-1 e 2; in particolare sono specificati i casi in cui la verifica deve essere effettuata e le diverse tipologie di verifica.

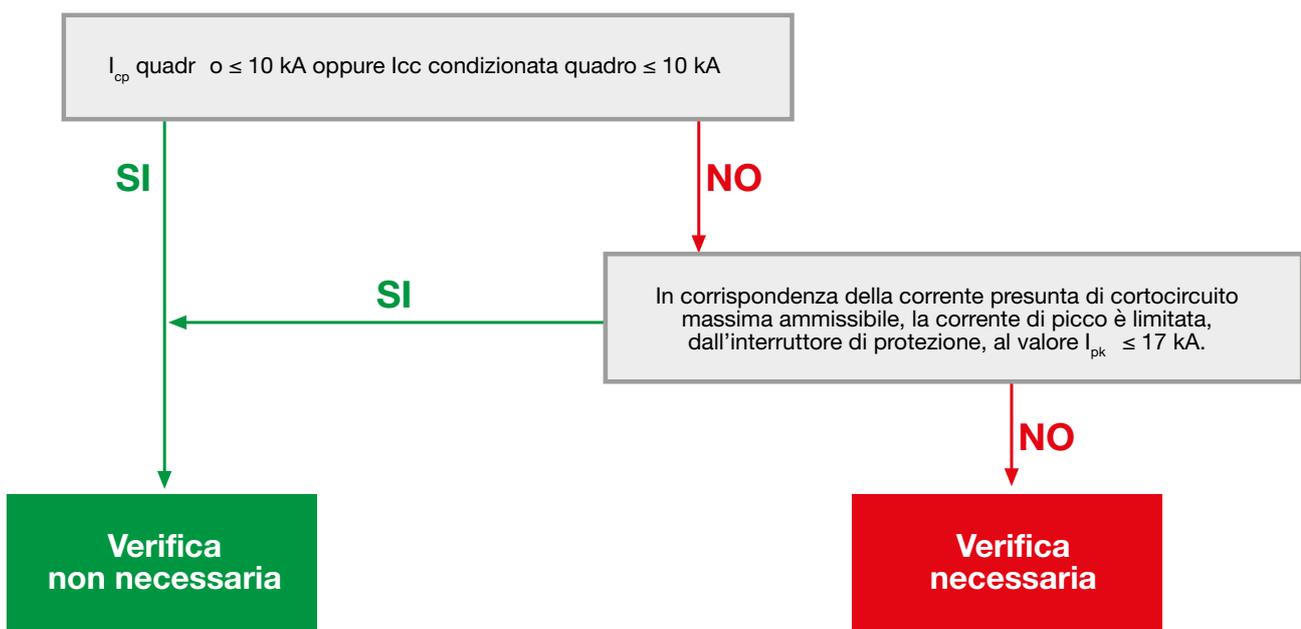
Non è necessaria la verifica al cortocircuito nei seguenti casi:

- per un quadro che ha corrente nominale di breve durata o corrente nominale di cortocircuito condizionata non superiori a 10 kA;
- per i quadri o circuiti di quadri protetti da dispositivi limitatori di corrente, aventi una corrente di picco limitata non superiore a 17 kA, in corrispondenza della corrente presunta di cortocircuito massima ammissibile, ai terminali del circuito di entrata del quadro;
- per i circuiti ausiliari del quadro previsti per essere collegati a trasformatori la cui potenza nominale non superi i 10 kVA con una tensione nominale secondaria che non sia inferiore a 110 V, oppure non superi 1,6 kVA con una tensione nominale secondaria inferiore a 110 V, e la cui tensione di cortocircuito in entrambi i casi non sia inferiore al 4%.

Tutti gli altri circuiti devono essere verificati.

La necessità di verifica della tenuta al cortocircuito può quindi essere riassunta nel seguente modo:

Figura 8.1



Per quanto riguarda i dettagli riguardanti l'esecuzione della prova di cortocircuito consigliamo di riferirsi direttamente alla norma CEI EN 61439-1.

Nella tabella seguente sono riportati, per i diversi interruttori di protezione e per le più comuni tensioni d'impianto (230 V<sub>ac</sub> - 690 V<sub>ac</sub>), i valori che approssimativamente rappresentano la massima corrente di cortocircuito presunta in [kA] tale per cui il

Tabella 8.1

| Interruttore<br>Tipologia | Corrente<br>nominale<br>I <sub>n</sub> [A] | Tensione nominale d'impianto                                 |   |   |  |
|---------------------------|--|--|---|---|--|
|                           |  | 230Vac   | 415Vac  | 500Vac  | 690Vac   |
| S200                      | ≤63  | 20   | 10  | -   | -  |
| S200M                     | ≤63  | 25   | 15  | -   | -  |
| S200P                     | ≤25  | 40   | 25  | -   | -  |
| S200P                     | 32-63                                      | 25   | 15  | -   | -  |
| S800                      | ≤125                                       | 50   | 50  | 15(I <sub>n</sub> ≤80A)<br>10(I <sub>n</sub> ≤80A)              | 6(I <sub>n</sub> ≤80A)<br>4.5(I <sub>n</sub> ≤80A) |
| S290                      | ≤125                                       | 25   | 15  | -   | -  |
| T1                        | <160                                       | 50   | 35  | 15  | 6  |
| T1                        | 160  | 37   | 33  | 15  | 6  |
| T2                        | ≤32  | 120  | 85  | 50  | 10   |
| T2                        | ≤50  | 120  | 85  | 39  | 10   |
| T2                        | ≤63  | 120  | 65  | 30  | 10   |
| T2                        | 80-160                                     | 120  | 50  | 29  | 10   |
| T3                        | 63   | 37   | 20  | 18  | 8  |
| T3                        | 80   | 27   | 18  | 17  | 8  |
| T3                        | 100  | 21   | 16  | 15  | 8  |
| T3                        | 125-160                                    | 18   | 15  | 14  | 8  |
| T3                        | 200-250                                    | 16   | 14  | 13  | 8  |
| T4                        | 20   | 200  | 200   | 150   | 80   |
| T4                        | 32-50                                      | 200  | 200   | 150   | 55   |
| T4                        | 80   | 200  | 100   | 48  | 32   |
| T4                        | 100-320                                    | 200  | 24  | 21  | 19   |
| T5/T6/T7                  | 320-1600                                   | 10   | 10  | 10  | 10   |
| XT1                       | 16-32                                      | 100  | 70  | 50 (I <sub>n</sub> ≤ 20 A)<br>30 (25 A ≤ I <sub>n</sub> ≤ 32 A) | 10   |
| XT1                       | 40-50                                      | 65   | 60  | 24  | 10   |
| XT1                       | 63-160                                     | 40   | 36  | 24  | 10   |
| XT2                       | 1.6-50                                     | 200 (I <sub>n</sub> ≤ 32 A)<br>50 (40 ≤ I <sub>n</sub> ≤ 50) | 150 (I <sub>n</sub> ≤ 20 A)<br>100 (I <sub>n</sub> = 25 A)<br>40 (32 ≤ I <sub>n</sub> ≤ 50) | 70 (I <sub>n</sub> ≤ 25 A)<br>50 (32 ≤ I <sub>n</sub> ≤ 50)     | 20   |
| XT2                       | 63   | 50   | 30  | 36  | 20   |
| XT2                       | 80-160                                     | 33   | 30  | 36  | 20   |
| XT3                       | 63   | 85   | 25  | 22  | 6  |
| XT3                       | 80   | 50   | 25  | 22  | 6  |
| XT3                       | 100  | 30   | 22  | 20  | 6  |
| XT3                       | 125-160                                    | 25   | 20 (I <sub>n</sub> =125 A)<br>18 (I <sub>n</sub> =160 A)                                    | 18  | 6  |
| XT3                       | 200-250                                    | 22   | 18  | 17 (I <sub>n</sub> =200 A)<br>16 (I <sub>n</sub> =250A)         | 6  |
| XT4                       | 16-32                                      | 200  | 150 (I <sub>n</sub> ≤ 25A)<br>90 (I <sub>n</sub> =32A)                                      | 70 (I <sub>n</sub> ≤ 25A)<br>36 (I <sub>n</sub> =32A)           | 25   |
| XT4                       | 40-50                                      | 50   | 30  | 20  | 25   |
| XT4                       | 63-80                                      | 30   | 22  | 20  | 20   |
| XT4                       | 100-160                                    | 22   | 20  | 20  | 20   |
| XT4                       | 200-250                                    | 22   | 20  | 18  | 20   |

picco limitato non supera i 17 kA, così da non dover effettuare la prova di verifica della tenuta al cortocircuito del quadro. Il valore di corrente di cortocircuito riportato in tabella dovrà essere confrontato con il potere d'interruzione dell'interruttore per le diverse versioni disponibili.

## 8.2 Corrente di cortocircuito e idoneità del quadro all'impianto

La verifica della tenuta alla corrente di cortocircuito si basa principalmente su due parametri del quadro che sono:

- la corrente nominale ammissibile di breve durata I<sub>cw</sub>;
- la corrente nominale di cortocircuito condizionata I<sub>cc</sub>.

In base ad uno di questi due valori è possibile stabilire se il quadro è idoneo o meno ad essere installato in un determinato punto dell'impianto.

Deve essere verificato che i poteri d'interruzione degli apparecchi (eventualmente tramite back-up) all'interno del quadro siano compatibili con i valori di cortocircuito dell'impianto.

La corrente nominale ammissibile di breve durata I<sub>cw</sub> è il valore efficace della corrente relativa alla prova di cortocircuito per 1 s senza apertura delle protezioni, dichiarato dal costruttore del quadro, che il quadro stesso può sopportare senza danneggiarsi nelle condizioni fissate, definite in funzione della corrente e del tempo. Ad un quadro possono essere assegnati valori diversi di I<sub>cw</sub> per durate diverse (es. 0,2 s; 1 s; 3 s).

Dalla prova (se superata) che consente di definire il valore di I<sub>cw</sub> è possibile ricavare l'energia specifica passante (I<sup>2</sup>t) che può essere sopportata dal quadro (questa relazione vale nell'ipotesi di adiabaticità del fenomeno, che non può superare perciò i 3 secondi):

$$I^2t = I_{cw}^2 \cdot t \text{ (genericamente } t = 1s\text{)}.$$

Normalmente, essendo t uguale a 1s, l'energia specifica passante è il quadrato di I<sub>cw</sub>, cioè I<sub>cw</sub><sup>2</sup>.

La norma definisce anche la corrente nominale ammissibile di picco  $I_{pk}$  come il valore di picco della corrente di cortocircuito, dichiarato dal costruttore del quadro, che il quadro stesso può sopportare nelle condizioni definite.

Il valore di picco della corrente di cortocircuito, che serve per definire gli sforzi elettrodinamici, si può ottenere moltiplicando la corrente di breve durata per il fattore "n" secondo la Tabella 7 della CEI EN 61439-1.

I valori normalizzati del fattore "n" sono riportati in Tabella 8.2.

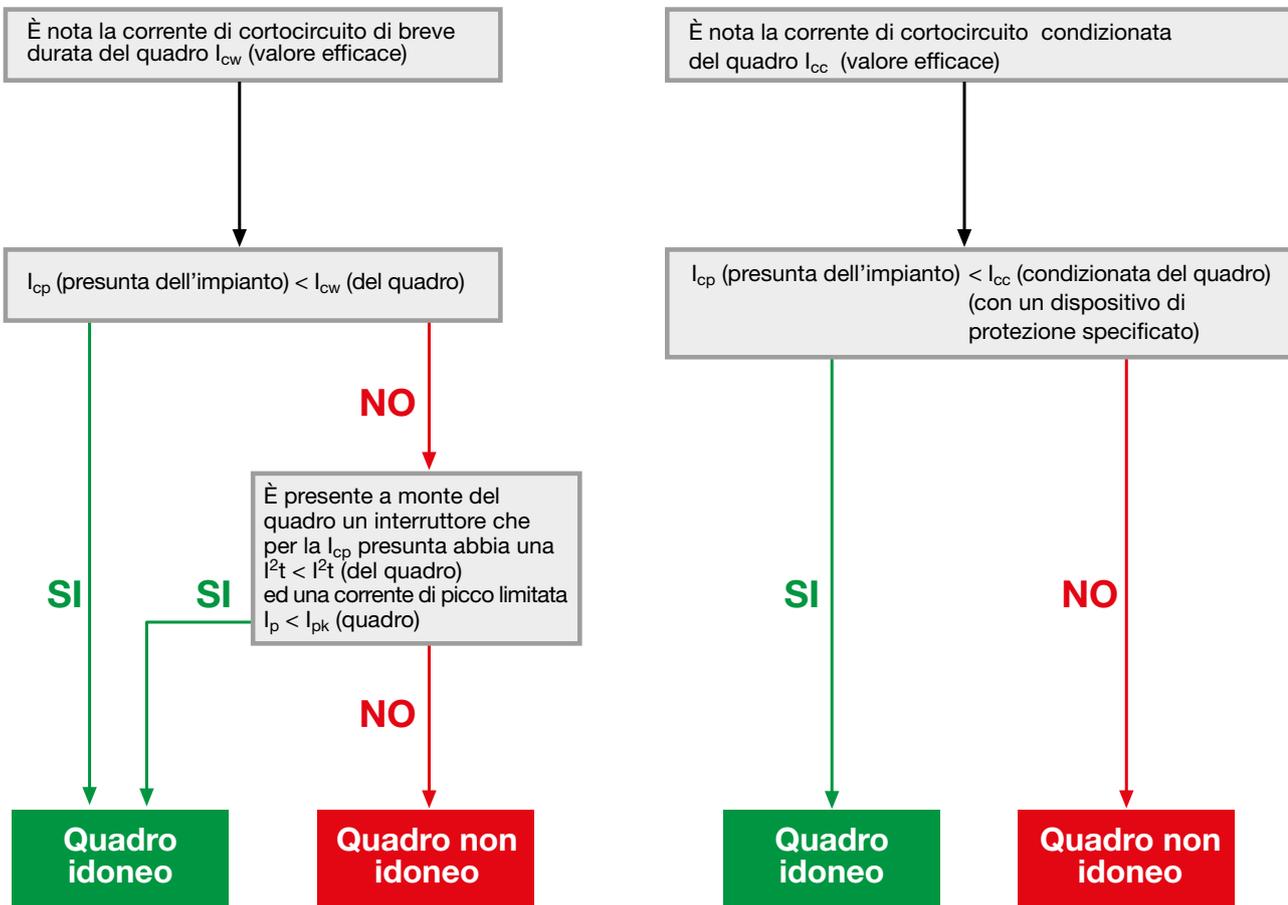
$$I_{pk} = I_{cw} \cdot n$$

Tabella 8.2

| Valore efficace della corrente di cortocircuito | cosφ | n   |
|---|------|-----|
| $I \leq 5$                                      | 0.7  | 1.5 |
| $5 < I \leq 10$                                 | 0.5  | 1.7 |
| $10 < I \leq 20$                                | 0.3  | 2   |
| $20 < I \leq 50$                                | 0.25 | 2.1 |
| $50 < I$  | 0.2  | 2.2 |

I valori della presente tabella tengono conto della maggioranza delle applicazioni. In zone particolari, per es. in vicinanza di trasformatori o generatori, il fattore di potenza può assumere valori più bassi per cui in questi casi il valore massimo del picco della corrente presunta può diventare il fattore limitativo, invece del valore efficace della corrente di cortocircuito.

Figura 8.2



La corrente nominale di cortocircuito condizionata  $I_{cc}$  è il valore della corrente efficace e presunta di cortocircuito dichiarata dal costruttore del quadro che il quadro stesso può sopportare, durante il tempo totale di funzionamento (tempo di apertura) del dispositivo di protezione contro il cortocircuito, nelle condizioni specificate.

La  $I_{cc}$  dovrà essere pari o maggiore del valore efficace (r.m.s) della corrente presunta di cortocircuito ( $I_{cp}$ ) per una durata limitata dall'intervento del dispositivo di protezione dal cortocircuito che protegge il quadro (o un circuito del quadro).

Tramite i valori di  $I_{cw}$  o  $I_{cc}$  ed il valore della corrente di cortocircuito presunta dell'impianto è possibile stabilire se il quadro è idoneo o meno ad essere installato nell'impianto.

I diagrammi seguenti illustrano il metodo per determinare la compatibilità del quadro con l'impianto<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Deve essere verificato che i poteri d'interruzione degli apparecchi all'interno del quadro siano compatibili con i valori di cortocircuito dell'impianto.

**Esempio**

Dati impianto esistente:

$$\begin{aligned} V_n &= 400 \text{ V} \\ f_n &= 50 \text{ Hz} \\ I_{cp} &= 35 \text{ kA} \end{aligned}$$

Supponiamo di avere in un impianto esistente un quadro elettrico con una  $I_{cw}$  pari a 35 kA e che, nel punto di installazione del quadro, la corrente di cortocircuito presunta sia proprio 35 kA.

Ipotizziamo ora che si decida un ampliamento di potenza dell'impianto e che il valore di cortocircuito aumenti a 60 kA.

Dati impianto dopo ampliamento:

$$\begin{aligned} V_n &= 400 \text{ V} \\ f_n &= 50 \text{ Hz} \\ I_{cp} &= 60 \text{ kA} \end{aligned}$$

Essendo la  $I_{cw}$  del quadro minore della corrente di cortocircuito dell'impianto, per verificare che il quadro esistente sia ancora compatibile, si deve:

- determinare i valori di  $I^2t$  e di  $I_p$  lasciati passare dall'interruttore posto a monte del quadro;
- verificare che i dispositivi di protezione posti all'interno del quadro abbiano l'adeguato potere di interruzione, singolarmente o per back-up.

 $I_{cw} = 35 \text{ kA}$  da cui:

- $I^2t_{quadro} = 35^2 \times 1 = 1225 \text{ MA}^2\text{s}$ ;
- $I_{pk\quadro} = 35 \times 2,1 = 73,5 \text{ kA}$  (vedi Tabella 8.2).

Supponiamo che, a monte del quadro, venga installato un nuovo interruttore scatolato Tmax T5H ( $I_{cu}=70 \text{ kA}$  a 415V):

- $I^2t_{interruttore} < 4 \text{ MA}^2\text{s}$  (dato desunto dal diagramma dell'energia passante dell'apparecchio per una corrente in ascissa pari a 60 kA, nuova corrente  $I_{cp}$  dopo l'ampliamento);
- $I_{p\text{interruttore}} < 40 \text{ kA}$  (dato desunto dal diagramma delle correnti di picco dell'apparecchio, per una corrente in ascissa pari a 60 kA, nuova corrente  $I_{cp}$  dopo l'ampliamento).

Essendo:

- $I^2t_{quadro} > I^2t_{interruttore}$  ( $1225 > 4$ )
- $I_{pk\quadro} > I_{p\text{interruttore}}$  ( $73,5 > 40$ )

Il quadro (struttura e sistema di barre) risulta idoneo.

Per quanto riguarda gli interruttori posti all'interno del quadro, supponiamo che questi siano interruttori scatolati SACE Tmax XT1, XT2, XT3 versione N con  $I_{cu}=36 \text{ kA}$  a 415V.

Dalle tabelle di back-up si osserva che gli interruttori presenti nel quadro risultano idonei all'impianto in quanto il loro potere di interruzione viene elevato a 65 kA dal nuovo interruttore T5H posto a monte.

**8.3 Scelta del sistema di distribuzione in relazione alla tenuta al cortocircuito**

Il dimensionamento del sistema di distribuzione del quadro è realizzato considerando la corrente nominale che lo attraversa e la corrente di cortocircuito presunta dell'impianto.

Normalmente esistono tabelle fornite dal costruttore che permettono la scelta della sezione della barra, in funzione della corrente nominale, e che forniscono le distanze alle quali devono essere posti i supporti reggibarre per garantire la tenuta al cortocircuito.

Nel catalogo tecnico ABB Sace "System pro E power Nuovi quadri di distribuzione fino a 6300A" sono riportati i sistemi di distribuzione utilizzabili all'interno dei quadri System pro E power, che sono:

barre a profilo sagomato fino a:

- 2500 A (IP65);
- 2860 A (IP31)

barre piatte in rame fino a:

- 4000 A (IP65);
- 6300 A (IP31)

barre piatte in Cuponal fino a:

- 3200 A (IP65 e IP31);

barre flessibili fino a:

- 1250 A (IP65 e IP31);

sistema di cablaggio Unifix fino a 400 A;

ripartitori fino a 400 A

Per scegliere il sistema di distribuzione compatibile con i dati di cortocircuito dell'impianto si deve seguire la seguente procedura:

- **Se è noto il dispositivo di protezione posto a monte del sistema di distribuzione in esame**

Dal valore della  $I_{cw}$  del sistema di distribuzione si ricava:

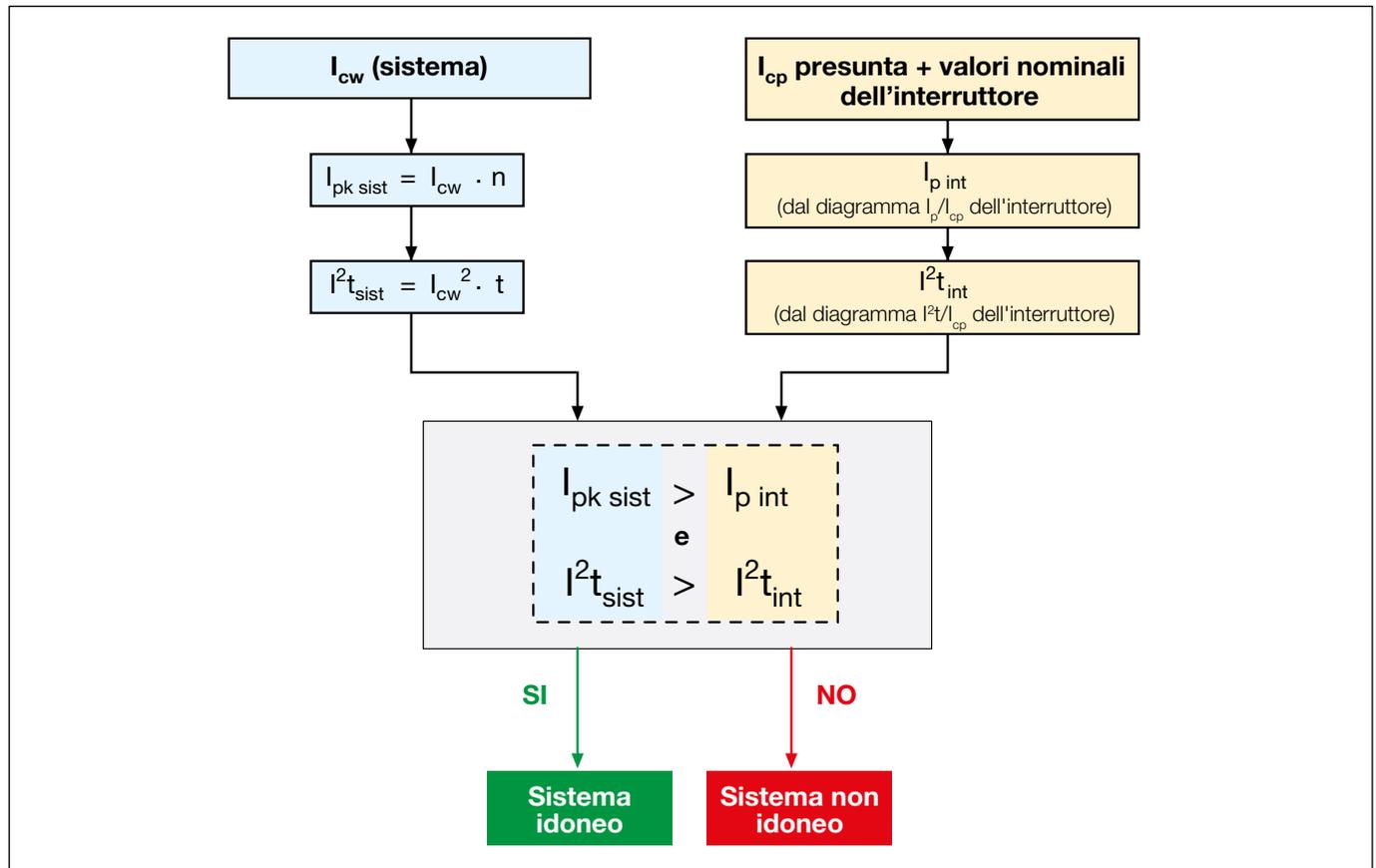
- $I_{pk\ sist} = I_{cw} \cdot n$   
(dove  $n$  è il fattore ricavato dalla Tabella 8.2)
- $I^2t_{sist} = I_{cw}^2 \cdot t$   
(dove  $t$  è pari ad 1 secondo)

In corrispondenza del valore della corrente di cortocircuito presunta dell'impianto si determina:

- il valore della corrente di picco limitata dall'interruttore  $I_{p\ int}$ ;
- l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore  $I^2t_{int}$

Se risulta che  $I_{p\ int} < I_{pk\ sist}$  e che  $I^2t_{int} < I^2t_{sist}$  allora il sistema di distribuzione è idoneo.

Figura 8.3



**Esempio**

Dati impianto:

$$V_n = 400 \text{ V}$$

$$f_n = 50 \text{ Hz}$$

$$I_{cp} = 65 \text{ kA}$$

Supponiamo di avere necessità di utilizzare un sistema di barre a profilo sagomato da 400 A.

Dal catalogo ABB SACE “System pro E power -Nuovi quadri di distribuzione fino a 6300A” una scelta possibile potrebbe essere: PBSC0400 con  $I_n$  400 A (IP65) con  $I_{cw} = 25\text{kA}$ .

Supponiamo di avere, a monte del sistema di barre, un interruttore scatolato:

Tmax T5H400  $I_n$  400

Dalla  $I_{cw}$  del sistema di barre si ricava che:

$$- I_{pk\ sist} = I_{cw} \cdot 2,1 = 25 \cdot 2,1 = 52,5 \text{ [kA]}$$

$$- I^2t_{sist} = I_{cw}^2 \cdot t = 25^2 \cdot 1 = 625 \text{ [(kA)^2s]}$$

Dalle curve di limitazione ed energia specifica del T5H400  $I_n$  400, ad una corrente di cortocircuito presunta  $I_{cp}$  di 65 kA corrisponde:

$$- I_{p\ int} < 40 \text{ kA}$$

$$- I^2t_{int} < 4 \text{ [(kA)^2s]}$$

Essendo:

$$- I_{p\ int} < I_{pk\ sist} \text{ (40 < 52,5)}$$

$$- I^2t_{int} < I^2t_{sist} \text{ (4 < 625)}$$

il sistema di barre è compatibile con l'impianto.

- **Se non è noto il dispositivo di protezione posto a monte del sistema di distribuzione in esame si deve verificare che:**

$$I_{cp} \text{ (presunta)} < I_{cw} \text{ (sistema di distribuzione)}$$

**Tratti di conduttore a monte del dispositivo**

La norma CEI EN 61439-1 prevede che all'interno di un quadro, i conduttori (incluse le barre di distribuzione) posti tra le barre principali e il lato alimentazione delle singole unità funzionali, come pure i componenti costitutivi di queste unità, possono essere dimensionati in base alle sollecitazioni di cortocircuito ridotte che si producono a valle del dispositivo di protezione dell'unità.

Questo può essere possibile se tali conduttori intermedi sono disposti in modo tale che, in condizioni normali di servizio, il cortocircuito interno tra le fasi e/o tra le fasi e la terra sia da considerarsi una possibilità remota; è preferibile che tali conduttori siano di costruzione massiccia e rigida.

La norma, nella Tabella 4 (vedi tabella 8.3), riporta a titolo esemplificativo i conduttori e le prescrizioni per l'installazione che permettono di considerare ipotesi remota il cortocircuito tra le fasi e/o tra le fasi e la terra.

Se ci si trova in queste condizioni il cortocircuito interno può essere considerato un'ipotesi remota, si può utilizzare la procedura descritta precedentemente per verificare l'idoneità del sistema di distribuzione alle condizioni di cortocircuito, dove queste sono determinate in funzione delle caratteristiche dell'interruttore posto a valle delle barre principali.

Tabella 8.3

| Tipo di conduttore   | Prescrizioni   |
|--|--|
| Conduttori nudi, o conduttori ad un'anima singola con isolamento principale, per esempio cavi conformi alla IEC 60227-3  | Si deve evitare il contatto reciproco o il contatto con parti conduttrici, per esempio attraverso l'uso di distanziatori   |
| Conduttori ad un'anima singola con isolamento principale ed una temperatura massima ammessa per il funzionamento del conduttore di almeno a 90°C, per esempio i cavi conformi alla IEC 60245-3, oppure i cavi termoplastici isolati (PVC) resistenti al calore conformi alla IEC 60227-3 | Il contatto reciproco o con parti conduttrici è consentito là dove non è applicata una pressione esterna. Si deve evitare il contatto con spigoli vivi. Non deve esserci il rischio di danni meccanici. Questi conduttori possono essere unicamente caricati in modo tale che non sia superata una temperatura di funzionamento dell'80% della massima temperatura di funzionamento ammessa del conduttore |
| Conduttori con isolamento principale, per esempio i cavi conformi alla IEC 60227-3, aventi un isolamento secondario supplementare, per esempio ricoperti singolarmente con una guaina restringente o posti individualmente in tubi in materiale plastico                                 | Nessuna prescrizione addizionale   |
| Conduttori isolati con materiale ad elevatissima resistenza meccanica, per esempio isolamento Etilene Tetrafluoro Etilene (ETFE), oppure conduttori con doppio isolamento con una guaina esterna rinforzata per l'uso fino a 3 kV, per esempio i cavi conformi alla IEC 60502            |  |
| Cavi rivestiti ad anima singola o a più anime, per esempio cavi conformi alle IEC 60245-4 o IEC 60227-4  |  |

### Esempio

Dati impianto:

$$V_n = 400 \text{ V}$$

$$f_n = 50 \text{ Hz}$$

$$I_{cp} = 45 \text{ kA}$$

Consideriamo il quadro in figura, dove dalle barre principali sono derivate le barre di distribuzione verticali.

Queste sono barre a profilo sagomato da 630 A come riportato nel catalogo "System pro E power - Nuovi quadri di distribuzione fino a 6300A":

$$I_n \text{ 630, (IP65);}$$

$$I_{cw} \text{ max 35 kA}$$

Essendo un sistema rigido con distanziatori, per la norma CEI EN 61439 il cortocircuito tra le barre è un'ipotesi remota.

Dobbiamo comunque verificare che le sollecitazioni ridotte dagli interruttori posti a valle del sistema siano compatibili con il quadro.

Supponiamo che nelle celle ci siano

SACE Tmax XT3S250

SACE Tmax XT2S160

Si deve verificare che, in caso di cortocircuito su una qualunque uscita, le limitazioni prodotte dall'interruttore, siano compatibili con il sistema di barre.

Occorre quindi verificare che l'interruttore che limita di meno picco ed energia, limiti comunque sufficientemente per il sistema di barre.

Nel nostro caso si tratta dell' XT3S  $I_n$  250

Verifichiamo quindi in modo analogo al paragrafo precedente:

Dalla  $I_{cw}$  del sistema di barre si ricava che:

$$- I_{pk \text{ sist}} = I_{cw} \cdot n = 35 \cdot 2,1 = 73,5 \text{ [kA]}$$

$$- I^2 t_{\text{ sist}} = I_{cw}^2 \cdot t = 35^2 \cdot 1 = 1225 \text{ [(kA)}^2\text{s]}$$

Dalle curve di limitazione e di energia specifica passante dell'XT3S  $I_n$  250, ad una corrente di cortocircuito presunta  $I_{cp}$  di 45 kA corrisponde:

$$- I_{p \text{ int}} < 30 \text{ kA}$$

$$- I^2 t_{\text{ int}} < 3 \text{ [(kA)}^2\text{s]}$$

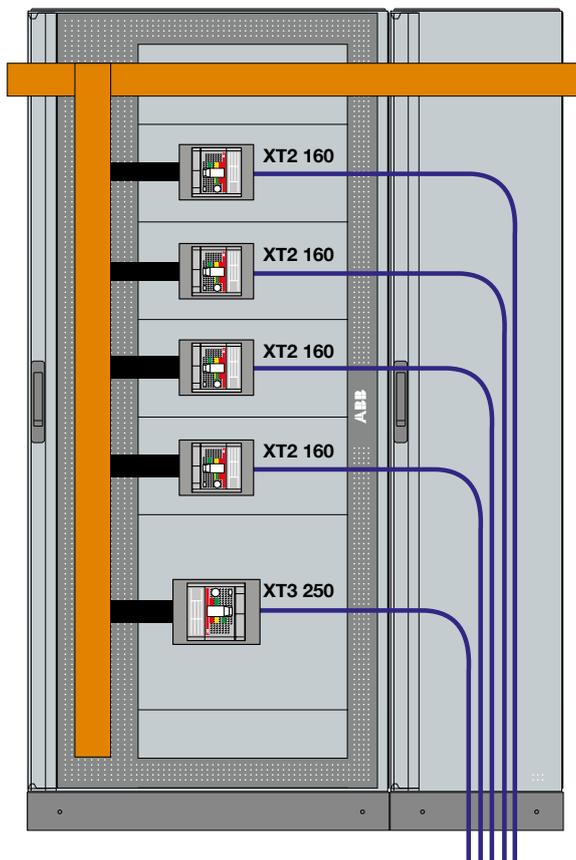
Essendo:

$$- I_{p \text{ int}} < I_{pk \text{ sist}} \text{ (30 < 73.5)}$$

$$- I^2 t_{\text{ int}} < I^2 t_{\text{ sist}} \text{ (3 < 1225)}$$

il sistema di barre è compatibile con il quadro.

Figura 8.4



#### 8.4 Verifica della tenuta al cortocircuito

Per la tenuta al cortocircuito la norma CEI EN 61439-1 ammette la possibilità di fare la verifica con prove, oppure tramite il confronto con un progetto di riferimento provato utilizzando la lista di controllo di Tab.13 (vedi Tabella 8.4 di questo documento) oppure tramite il confronto con un progetto di riferimento provato e i calcoli.

Nella verifica fatta con la Tab.13, si confronta il quadro da verificare con un quadro campione già testato in laboratorio usando appunto la check-list di Tab.13.

La verifica è superata e non è richiesta la prova di cortocircuito quando si risponde "SI" a tutti i punti identificati nella check-list. La risposta "NO" ad uno o più quesiti comporta la verifica, della caratteristica alla quale il quesito si riferisce, con una prova oppure mediante il confronto con il progetto di riferimento provato e i calcoli.

Nella verifica fatta con i calcoli si confronta il quadro da verificare, con un quadro campione già provato, per verificarne i circuiti

principali in accordo all'Allegato P<sup>11</sup> della CEI EN 61439-1. Inoltre ogni circuito del quadro da verificare deve soddisfare le prescrizioni dei punti 1, 6, 8, 9 e 10 della check-list. Se la valutazione secondo l'Allegato P, sulla possibilità di estrapolazione partendo dal quadro provato, non è positiva oppure se uno o più punti indicati in precedenza non sono soddisfatti allora il quadro ed i suoi circuiti devono essere verificati con prova.

Come si evince dalla tabella e dall'Allegato P, le derivazioni proposte sono in funzione delle prove fatte su un quadro di riferimento.

<sup>11</sup>"Verifica mediante calcolo della capacità di tenuta al cortocircuito delle strutture dei sistemi sbarre per confronto con un progetto di riferimento provato".

L'allegato P riporta essenzialmente le condizioni che devono essere soddisfatte affinché si possa fare l'estrpolazione della struttura di un sistema sbarre di un quadro non testato, a partire dal sistema sbarre di un quadro testato, ma non espone metodi per il calcolo delle sollecitazioni elettrodinamiche. Il calcolo vero e proprio viene fatto in conformità alla IEC 60865-1/CEI 11-26 "Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito". Per approfondimenti fare riferimento alla CEI EN 61439-1: 2012-02.

Tabella 8.4

| Riferimento N° | Prescrizioni da considerare  | SI | NO |
|----------------|--|----|----|
| 1              | Il valore nominale di tenuta al cortocircuito di ogni circuito del QUADRO da verificare è minore o uguale a quello del progetto di riferimento?  |    |    |
| 2              | Le dimensioni delle sezioni delle sbarre e dei collegamenti di ogni circuito del QUADRO da verificare sono maggiori o uguali a quelle del progetto di riferimento?   |    |    |
| 3              | Le distanze tra gli assi delle sbarre e dei collegamenti di ogni circuito del QUADRO da verificare sono maggiori o uguali a quelle del progetto di riferimento?  |    |    |
| 4              | I supporti delle sbarre di ogni circuito del QUADRO da verificare sono dello stesso tipo, forma e materiale ed hanno la stessa o minore distanza tra gli assi per tutta la lunghezza delle sbarre del progetto di riferimento?<br><br>La struttura di montaggio dei supporti delle sbarre è dello stesso progetto e tenuta meccanica?  |    |    |
| 5              | I materiali e le caratteristiche dei materiali dei conduttori di ogni circuito del QUADRO da verificare sono gli stessi di quelli del progetto di riferimento?   |    |    |
| 6              | I dispositivi di protezione contro il cortocircuito di ogni circuito del QUADRO da verificare sono equivalenti, cioè con lo stesso tipo di fabbricazione e stessa serie <sup>a)</sup> , con uguali o migliori caratteristiche di limitazione ( $I^2t$ , $I_{pk}$ ) sulla base dei dati forniti dal costruttore del dispositivo, ed hanno la stessa disposizione del progetto di riferimento? |    |    |
| 7              | La lunghezza dei conduttori attivi non protetti, in accordo con 8.6.4, di ogni circuito non protetto del QUADRO da verificare è uguale o minore di quella del progetto di riferimento?   |    |    |
| 8              | Se il QUADRO da verificare comprende un involucro, il progetto di riferimento comprendeva un involucro quando era stato verificato con la prova?   |    |    |
| 9              | L'involucro del QUADRO da verificare è dello stesso progetto e tipo ed ha almeno le stesse dimensioni di quelle del progetto di riferimento?   |    |    |
| 10             | Le celle di ogni circuito del QUADRO da verificare hanno lo stesso progetto meccanico ed almeno le stesse dimensioni di quelle del progetto di riferimento?  |    |    |

"SI" a tutte le prescrizioni – non è richiesta alcuna verifica.

"NO" ad almeno una prescrizione – è richiesta un'ulteriore verifica.

<sup>a)</sup> I dispositivi di protezione contro il cortocircuito dello stesso costruttore ma di serie differenti possono essere considerati equivalenti se il costruttore del dispositivo dichiara che le caratteristiche di prestazione del dispositivo sono le stesse o migliori in tutti gli aspetti rilevanti nei confronti della serie usata per la verifica, ad es. il potere di interruzione, le caratteristiche di limitazione ( $I^2t$ ,  $I_{pk}$ ) e le distanze critiche.

## 9. Verifica delle caratteristiche dielettriche del quadro

Fra le tre caratteristiche prestazionali principali (verifiche di progetto) che deve possedere un sistema di quadri, accanto alla tenuta termica e a quella di cortocircuito appena esaminate, troviamo la verifica delle proprietà dielettriche.

A questo riguardo la recente CEI EN 61439 ha introdotto una doppia conformità, riconfermando la precedente prestazione relativa alla tensione di tenuta a frequenza industriale  $U_i$  e aggiungendo la nuova caratteristica della tensione di tenuta a impulso  $U_{imp}$ .

Ricordiamo che la sequenza crescente, che interessa le diverse tensioni che caratterizzano un quadro, parte dalla  $U_e$ , la tensione d'impiego in funzione dell'effettivo valore agente in un certo impianto, continua con la  $U_n$ , la tensione nominale del sistema quadro considerato e dichiarato nel relativo catalogo, prosegue con la  $U_i$ , la tensione d'isolamento del sistema cui si riferiscono le prove dielettriche e termina con la  $U_{imp}$ , la tensione di tenuta all'impulso, che esprime il picco massimo impulsivo sopportabile dal sistema; questo valore di picco è assegnato, dal costruttore originale del sistema, grazie ad opportune verifiche di progetto.

$U_e$ ,  $U_n$  e  $U_i$  sono sinusoidali;  $U_{imp}$  è impulsiva.

### 9.1 Prova di tenuta dielettrica a frequenza industriale

Le evoluzioni normative vanno verso una certa semplificazione tecnica.

Riguardo ai valori efficaci delle tensioni di prova da applicare in laboratorio (indicati nella Tabella 8 della IEC 61439-1 riportata sotto), si rileva che sono stati ridotti rispetto al passato, lasciando la facoltà di effettuare la verifica dei circuiti principali sia in corrente alternata che in corrente continua, rispettando il canonico rapporto di 1,41.

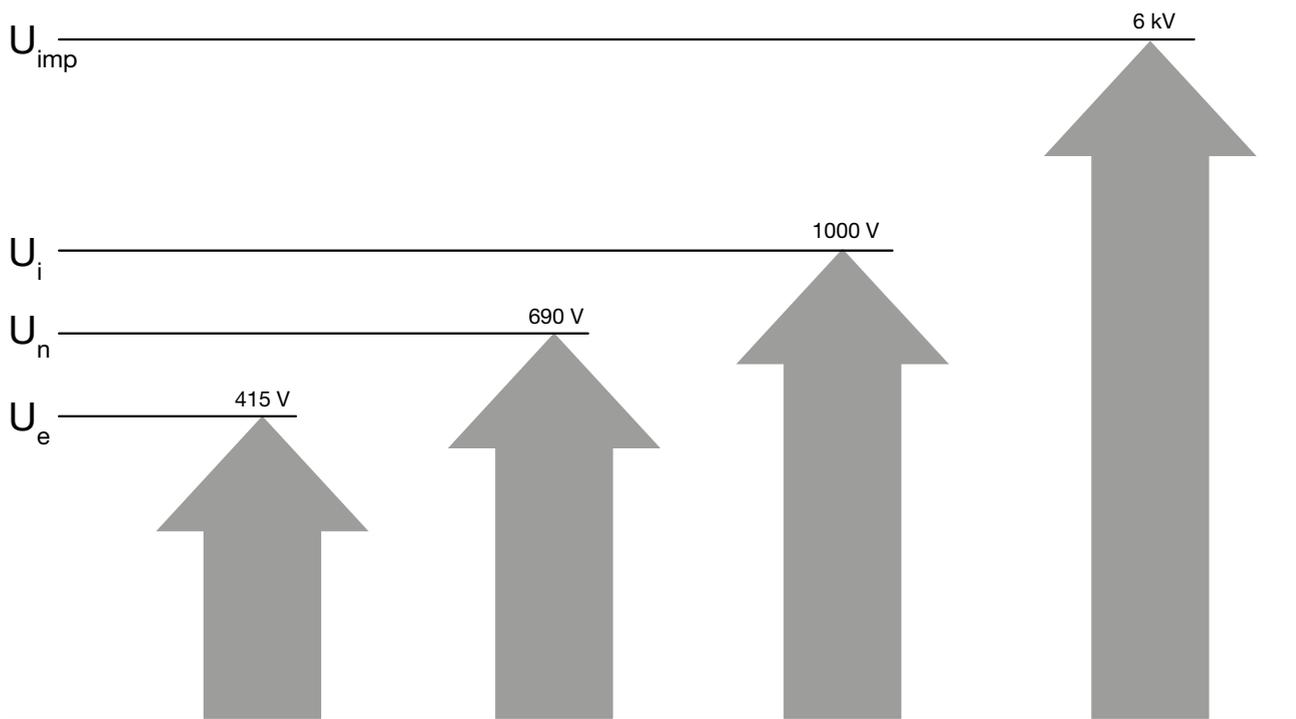
Tabella 9.1

| Tensione nominale di isolamento $U_i$ (tra le fasi in c.a. o in c.c.)<br>V | Tensione di prova dielettrica in c.a. valore efficace<br>V | Tensione di prova dielettrica <sup>b)</sup> in c.c.<br>V |
|--|--|--|
| $U_i \leq 60$  | 1 000  | 1 415  |
| $60 < U_i \leq 300$  | 1 500  | 2 120  |
| $300 < U_i \leq 690$   | 1 890  | 2 670  |
| $690 < U_i \leq 800$   | 2 000  | 2 830  |
| $800 < U_i \leq 1 000$   | 2 200  | 3 110  |
| $1 000 < U_i \leq 1 500$ <sup>a)</sup>                                     | -  | 3 820  |

<sup>a)</sup> Solo per c.c.

<sup>b)</sup> Le tensioni di prova sono basate su 4.1.2.3.1, terzo capoverso, della IEC 60664-1.

Figura 9.1



La prova in alternata e alla frequenza di 50 Hz, che consente di definire la tensione nominale d'isolamento  $U_i$ , è necessaria ed esclusiva, nel senso che non ammette verifiche alternative di calcolo o attraverso valutazioni; è dunque imperativa per il costruttore originale.

Dopo aver sezionato a monte e a valle tutti i circuiti attivi, la prova si effettua in due fasi distinte, sui circuiti principali e su quelli ausiliari.

In particolare, per i primi, sono previste due distinte procedure durante le quali la tensione di prova è applicata come segue:

- tra tutte le parti attive del circuito principale collegate assieme (compresi i circuiti ausiliari e di comando collegati al circuito principale) e le masse, con i contatti principali di tutti gli apparecchi di manovra nella posizione di chiuso;
- tra ciascuna parte attiva a diverso potenziale del circuito principale e tutte le altre parti attive a diverso potenziale collegate tra loro e con le masse, con i contatti principali di tutti gli apparecchi di manovra nella posizione di chiuso.

La tensione di prova, generata da specifici macchinari da laboratorio, è applicata attraverso i classici puntali di sicurezza alle parti in misura. Il metodo descritto, che comporta l'applicazione di una rampa con valori crescenti fino al valore massimo che è poi mantenuto ogni volta per cinque secondi, evidenzia un ulteriore alleggerimento (riduzione) rispetto al passato dei tempi di applicazione della tensione di prova (prima si manteneva per un minuto).

Per quanto riguarda i circuiti ausiliari, normalmente con tensioni di lavoro più basse rispetto ai circuiti principali, la nuova CEI EN 61439 definisce la Tabella 9 (vedi tabella 9.2).

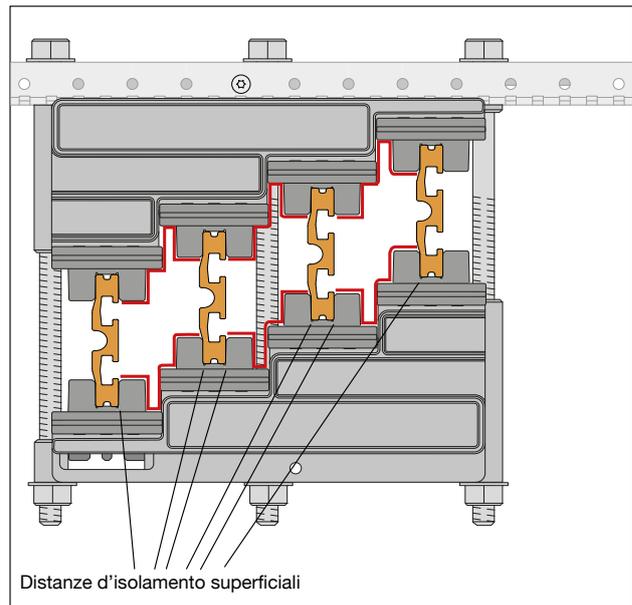
Tabella 9.2

| Tensione nominale di isolamento $U_i$ (tra le fasi)<br>V | Tensione di prova dielettrica in c.a. valore efficace<br>V |
|--|--|
| $U_i \leq 12$  | 250  |
| $12 < U_i \leq 60$                                       | 500  |
| $60 < U_i$   | $2 U_i + 1000$<br>con un minimo di 1500                    |

Affine alla prova di tensione in alternata appena descritta, c'è poi la verifica del rispetto delle minime distanze superficiali all'interno del quadro; questa prescrizione coinvolge tutti i componenti interni dotati di parti isolate sia tra le parti attive che verso massa.

Solitamente i punti critici che meritano più attenzione sono soprattutto i supporti reggi sbarra e gli attacchi isolati.

Figura 9.2



Come di consueto, in questa procedura si deve tener conto anche del tipo di sostanza isolante e del suo coefficiente di Tracking CTI, espresso in volt, che esprime la massima tensione di tenuta sopportabile senza formazione di scarica. Più pregiato è il prodotto (vetro, ceramica) più alto è tale coefficiente (600 e oltre) e più basso è il relativo gruppo del materiale.

Tabella 9.3

| gruppo materiale | CTI (tracking)  |
|------------------|-----------------|
| I                | > 600           |
| II               | 600 > CTI > 400 |
| IIIa             | 400 > CTI > 175 |
| IIIb             | 175 > CTI > 100 |

Quanto visto si riassume nella seguente tabella, che riporta le distanze superficiali minime in millimetri, per ciascun tipo di componente contenuto entro il quadro, in funzione della tensione d'isolamento  $U_i$ , del grado di inquinamento e del gruppo del materiale.

La misura diretta di tali segmenti evidenzia raramente situazioni critiche, giacché le normali tolleranze meccaniche e geometriche superano abbondantemente questi valori.

Tabella 9.4

| Tensione<br>Nominale<br>d'isolamento<br>$U_i$ | Minime distanze d'isolamento superficiali<br>mm |  |     |                |  |     |      |      |
|---|---|--|-----|----------------|--|-----|------|------|
|   | Grado di inquinamento                           |  |     |                |  |     |      |      |
|   | 1<br>Gruppo del<br>materiale <sup>c</sup>       | 2<br>Gruppo del materiale <sup>c</sup> |     |                | 3<br>Gruppo del materiale <sup>c</sup> |     |      |      |
| $V^b$   | Tutti i gruppi<br>di materiale                  | I                                      | II  | IIIa e<br>IIIb | I                                      | II  | IIIa | IIIb |
| 32  | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.5            | 1.5                                    | 1.5 | 1.5  | 1.5  |
| 40  | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.5            | 1.5                                    | 1.6 | 1.8  | 1.8  |
| 50  | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.5            | 1.5                                    | 1.7 | 1.9  | 1.9  |
| 63  | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.5            | 1.6                                    | 1.8 | 2    | 2    |
| 80  | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.5            | 1.7                                    | 1.9 | 2.1  | 2.1  |
| 100   | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.5            | 1.8                                    | 2   | 2.2  | 2.2  |
| 125   | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.5            | 1.9                                    | 2.1 | 2.4  | 2.4  |
| 160   | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 1.6            | 2                                      | 2.2 | 2.5  | 2.5  |
| 200   | 1.5   | 1.5                                    | 1.5 | 2              | 2.5                                    | 2.8 | 3.2  | 3.2  |
| 250   | 1.5   | 1.5                                    | 1.8 | 2.5            | 3.2                                    | 3.6 | 4    | 4    |
| 320   | 1.5   | 1.6                                    | 2.2 | 3.2            | 4                                      | 4.5 | 5    | 5    |
| 400   | 1.5   | 2                                      | 2.8 | 4              | 5                                      | 5.6 | 6.3  | 6.3  |
| 500   | 1.5   | 2.5                                    | 3.6 | 5              | 6.3                                    | 7.1 | 8.0  | 8.0  |
| 630   | 1.8   | 3.2                                    | 4.5 | 6.3            | 8                                      | 9   | 10   | 10   |
| 800   | 2.4   | 4                                      | 5.6 | 8              | 10                                     | 11  | 12.5 |      |
| 1000  | 3.2   | 5                                      | 7.1 | 10             | 12.5                                   | 14  | 16   |      |
| 1250  | 4.2   | 6.3                                    | 9   | 12.5           | 16                                     | 18  | 20   | a    |
| 1600  | 5.6   | 8                                      | 11  | 16             | 20                                     | 22  | 25   |      |

NOTA 1 I valori di CTI si riferiscono ai valori ottenuti utilizzando il metodo A della IEC 60112:2003, per il materiale isolante impiegato.

NOTA 2 I valori sono presi dalla IEC 60664-1 ma mantenendo un valore minimo di 1,5 mm.

- a È sconsigliato utilizzare il gruppo di materiale IIIb per il grado d'inquinamento 3 sopra i 630 V.
- b Come eccezione, per tensioni di 127, 208, 415, 440, 660/690 e 830 V, si possono utilizzare i valori delle distanze d'isolamento superficiali che corrispondono rispettivamente alle tensioni di 125, 200, 400, 630 e 800 V.
- c I gruppi di materiali sono classificati come segue, in accordo con l'intervallo di valori dell'indice di resistenza alla corrente superficiale (CTI) (vedi 3.6.16):
- Gruppo di materiale I                      600 ≤ CTI
  - Gruppo di materiale II                    400 ≤ CTI < 600
  - Gruppo di materiale IIIa                175 ≤ CTI < 400
  - Gruppo di materiale IIIb                100 ≤ CTI < 175

**9.2 Prova di tenuta dielettrica all'impulso di tensione**

In passato solo facoltativa, la prova all'impulso, che consente di definire la tensione nominale di tenuta all'impulso  $U_{imp}$ , assume adesso una valenza di necessità, a dimostrazione della strategia delle norme di valorizzare sempre più tale prestazione.

Oltre alle consuete sovratensioni alternate, in entrata solitamente dalla linea d'alimentazione, gli impianti e i relativi quadri elettrici sono potenziali vittime di picchi e sbalzi transitori e non lineari della tensione, prodotti da cause atmosferiche (fulminazioni) sia dirette, quando incidono materialmente sulla struttura, che indirette, quando il loro effetto è mediato dai campi elettromagnetici indotti attorno al punto d'impatto del fulmine. La capacità dei quadri di sopportare tali sforzi si gioca tutta sulla tenuta dielettrica dell'aria che si trova tra le due parti attive sulle quali si sostiene l'impulso. In precedenza si definiva tale prestazione solo attraverso una prova sperimentale; nella nuova CEI EN 61439 alla prova si è aggiunta in alternativa e con pari validità anche la verifica mediante valutazione.

La prova prevede l'applicazione dell'impulso di tensione 1,2/50  $\mu$ s (vedi figura 9.3) in base ad una procedura particolare.

L'impulso si applica cinque volte per ciascuna polarità ad intervalli di almeno un secondo come segue:

- con quadro sezionato a monte e a valle, tra tutte le parti attive a diverso potenziale del circuito principale collegate assieme (compresi i circuiti di comando e ausiliari collegati al circuito principale) e le masse, con i contatti principali di tutti gli apparecchi di manovra in posizione di chiuso;
- con quadro sezionato a monte e a valle, tra ciascuna parte attiva a diverso potenziale del circuito principale e le altre parti attive a diverso potenziale collegate tra loro e con le masse, con i contatti principali di tutti gli apparecchi di manovra in posizione di chiuso.

I circuiti ausiliari non collegati ai circuiti principali devono essere messi a terra.

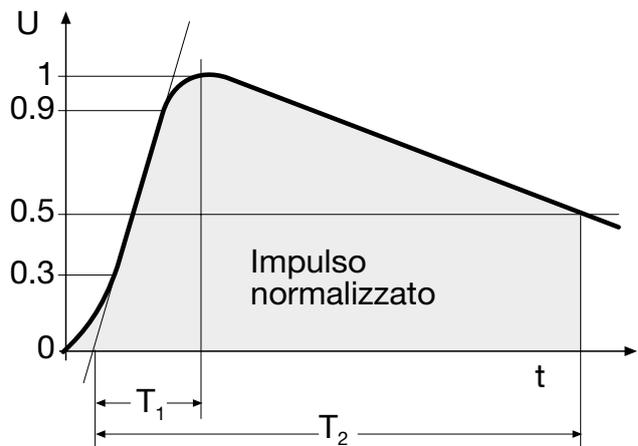
Stabilito il profilo dell'impulso, l'ulteriore valore che consente la verifica è ovviamente quello di cresta, che rappresenta il massimo assoluto della funzione.

L'attuale tendenza, che rileviamo nelle tabelle della CEI EN 61439-1, valorizza alcuni valori tondi come il sei, l'otto, il dieci e il dodici kV.

La prova diretta si esegue basandosi su una specifica tabella (Tabella 10 della CEI EN 61439-1, riportata sotto), che propone l'alternativa fra impulso effettivo, tensione alternata (in valore efficace) e tensione continua, con il valore definito in funzione dell'altitudine e dunque della qualità dell'aria ambiente circostante al quadro in prova.

La prova si considera superata se non si rileva alcun tipo di scarica.

Figura 9.3



T1: tempo di picco = 1,2  $\mu$ s  
T2: tempo all'emivalente = 50  $\mu$ s

Tabella 9.5

| Tensione nominale di tenuta ad impulso $U_{imp}$ kV | Tensioni di tenuta ad impulso               |       |       |         |         | Valore efficace in c.a. |       |       |         |         |
|---|---|-------|-------|---------|---------|-------------------------|-------|-------|---------|---------|
|   | $U_{1,2/50}$ , c.a (valore di picco) e c.c. |       |       |         |         | kV                      |       |       |         |         |
|   | Livello del mare                            | 200 m | 500 m | 1 000 m | 2 000 m | Livello del mare        | 200 m | 500 m | 1 000 m | 2 000 m |
| 2,5   | 2,95  | 2,8   | 2,8   | 2,7     | 2,5     | 2,1                     | 2     | 2     | 1,9     | 1,8     |
| 4   | 4,8   | 4,8   | 4,7   | 4,4     | 4       | 3,4                     | 3,4   | 3,3   | 3,1     | 2,8     |
| 6   | 7,3   | 7,2   | 7     | 6,7     | 6       | 5,1                     | 5,1   | 5     | 4,7     | 4,2     |
| 8   | 9,8   | 9,6   | 9,3   | 9       | 8       | 6,9                     | 6,8   | 6,6   | 6,4     | 5,7     |
| 12  | 14,8  | 14,5  | 14    | 13,3    | 12      | 10,5                    | 10,3  | 9,9   | 9,4     | 8,5     |

La verifica mediante valutazione (in alternativa alla prova) prevede di accertare che le distanze d'isolamento in aria tra tutte le parti in tensione e a rischio di scarica, siano almeno 1,5 volte i valori specificati nella Tabella 1 della CEI EN 61439-1, riportata qui sotto.

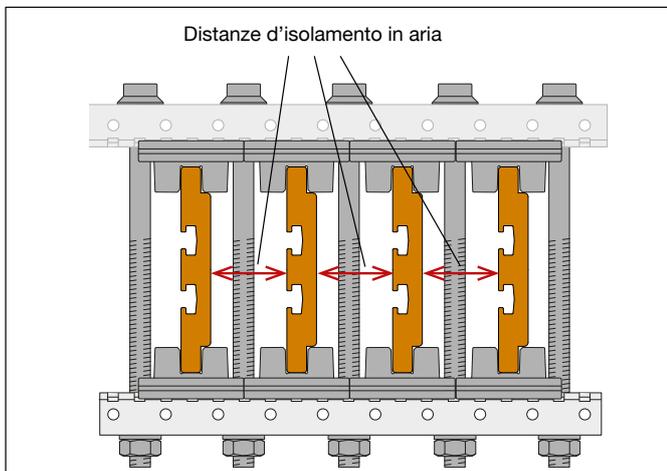
Il fattore di sicurezza 1,5 tiene in considerazione le tolleranze di fabbricazione

Tabella 9.6

| Tensione nominale di tenuta ad impulso $U_{imp}$ kV | Minime distanze d'isolamento in aria mm |
|---|---|
| $\leq 2,5$  | 1,5                                     |
| 4,0   | 3,0                                     |
| 6,0   | 5,5                                     |
| 8,0   | 8,0                                     |
| 12,0  | 14,0                                    |

Le distanze d'isolamento in aria si possono verificare mediante misure fisiche, o mediante verifica delle misure dei disegni di progetto.

Figura 9.4



Va da se che, affinché l'intero quadro possa disporre di una determinata  $U_{imp}$ , oltre alla prova o alla verifica che giustificano tale specifica, anche ciascun componente installato al suo interno deve disporre di una  $U_{imp}$  uguale o maggiore.

I sistemi ArTu e System pro E power da anni offrono una tenuta dielettrica sia a 50 Hz sia all'impulso e in particolare:

- le versioni L e M dispongono di
  - \*  $U_n$  di 690 V
  - \*  $U_i$  di 1000 V
  - \*  $U_{imp}$  di 6 kV a parete e di 8 kV a pavimento
- la versione K dispone di
  - \*  $U_n$  e  $U_i$  di 1000 V
  - \*  $U_{imp}$  di 8 kV
- la versione System pro E power dispone di
  - \*  $U_n$  e  $U_i$  di 1000 V
  - \*  $U_{imp}$  di 12 kV

## 10. Protezione contro le scosse elettriche

Le prescrizioni che seguono sono destinate ad assicurare che le misure protettive richieste siano attuate quando il quadro è installato nell'impianto elettrico, conformemente alle norme relative.

### 10.1 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti può essere ottenuta sia attraverso la costruzione stessa del quadro, sia mediante provvedimenti complementari da adottare durante l'installazione. Le misure di protezione contro i contatti diretti sono:

#### - Protezione mediante isolamento delle parti attive

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolante che può essere rimosso solo mediante la sua distruzione.

Questo isolamento deve essere realizzato con materiali idonei in grado di resistere nel tempo alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche a cui possono essere sottoposti durante il servizio.

Vernici, pitture, lacche ed altri prodotti analoghi usati da soli non sono generalmente considerati adatti a fornire un adeguato isolamento per la protezione contro i contatti diretti.

#### - Protezione mediante barriere o involucri

Tutte le superfici esterne devono avere un grado di protezione almeno uguale a IPXXB.

Le superfici orizzontali accessibili, fino a un'altezza di 1,6 metri, devono avere grado minimo IPXXD.

La distanza tra i dispositivi meccanici previsti per la protezione e le parti attive da essi protette non deve essere inferiore ai valori specificati per le distanze in aria e superficiali.

Tutte le barriere e gli involucri devono essere fissati in modo sicuro al loro posto.

Tenendo presente la loro natura, dimensione e disposizione, essi devono avere robustezza e durata sufficienti a resistere agli sforzi e alle sollecitazioni che possono manifestarsi in servizio normale, senza ridurre le distanze di isolamento in aria.

#### - Protezione mediante ostacoli

Questa protezione si applica ai quadri di tipo aperto.

### 10.2 Protezione contro i contatti indiretti

L'utilizzatore deve indicare la misura di protezione relativa all'installazione a cui è destinato il quadro.

Le misure di protezione contro i contatti indiretti sono:

#### - Protezione realizzata con l'utilizzo di circuiti di protezione

Il circuito di protezione (coordinato con il dispositivo per la disconnessione automatica dell'alimentazione) può essere realizzato separatamente dall'involucro metallico, oppure lo stesso involucro metallico può essere usato come parte del circuito di protezione.

Le masse del quadro che non costituiscono pericolo, in quanto non possono essere toccate su superfici estese oppure afferrate con le mani perché sono di piccola dimensione (ad esempio le viti, le targhette, ecc.), non necessitano di essere collegate al circuito di protezione.

Gli organi di comando manuali, come leve, maniglie ed altri dispositivi di materiale metallico, devono invece essere collegati in modo sicuro con le parti connesse al circuito di protezione oppure devono avere un isolamento supplementare adeguato per la massima tensione di isolamento del quadro.

Le parti metalliche ricoperte con uno strato di vernice o smalto non possono in genere essere ritenute adeguatamente isolate per soddisfare queste prescrizioni.

Per coperchi, porte, piastre di chiusura, ecc., i normali collegamenti realizzati attraverso viti metalliche o cerniere sono sufficienti per la continuità elettrica, purché non vengano montati su di essi apparecchi elettrici che necessitano di un collegamento delle masse a terra.

In questo caso le masse devono essere collegate mediante un conduttore di protezione di sezione in accordo con la Tabella 10.1.

La sezione dei conduttori di protezione (PE, PEN) destinati ad essere connessi a conduttori esterni in un quadro deve essere determinata con uno dei seguenti metodi:

- a) La sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore a quella specifica indicata in tabella.

Tabella 10.1

| Sezione del conduttore di fase S (mm) | Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione S (mm) |
|---------------------------------------|---|
| $S \leq 16$                           | S   |
| $16 < S \leq 35$                      | 16  |
| $35 < S \leq 400$                     | S/2   |
| $400 < S \leq 800$                    | 200   |
| $S > 800$                             | S/4   |

Se dall'applicazione di questa tabella risulta un valore non normalizzato, deve essere adottata la sezione unificata maggiore più vicina al valore calcolato.

I valori della tabella sono validi soltanto se il conduttore di protezione (PE, PEN) è costituito dallo stesso materiale del conduttore di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione (PE, PEN) deve essere determinata in modo da ottenere una

conduttanza equivalente a quella che risulta dall'applicazione della tabella.

Per i conduttori PEN si devono inoltre applicare le seguenti prescrizioni supplementari:

- la sezione minima deve essere di 10 mm<sup>2</sup> per un conduttore in rame e di 16 mm<sup>2</sup> per un conduttore in alluminio;
- la sezione del conduttore PEN non deve essere inferiore a quella del conduttore di neutro\*;
- non è necessario che i conduttori PEN siano isolati all'interno del quadro;
- le parti della struttura non devono essere utilizzate come conduttore PEN. Tuttavia guide di montaggio in rame o in alluminio possono essere utilizzate come conduttori PEN;
- per alcune applicazioni, per le quali la corrente nel conduttore PEN può raggiungere valori elevati, come ad esempio in grandi installazioni di illuminazione con lampade fluorescenti, può essere necessario un conduttore PEN avente la stessa portata dei conduttori di fase o una portata superiore; ciò deve essere oggetto di particolare accordo tra il costruttore e l'utilizzatore.

\* La minima sezione del neutro in un circuito trifase più neutro deve essere:

- Per i circuiti con una sezione del conduttore di fase  $S \leq 16 \text{ mm}^2$ , il 100% di quella delle fasi corrispondenti.
- Per i circuiti con una sezione del conduttore di fase  $S > 16 \text{ mm}^2$ , il 50% di quella delle fasi corrispondenti con un minimo di 16 mm<sup>2</sup>.

Si assume che le correnti di neutro non superino il 50% delle correnti di fase.

b) La sezione del conduttore di protezione (PE, PEN) può essere calcolata con l'aiuto della formula qui indicata:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

La formula è utilizzata per calcolare la sezione dei conduttori di protezione necessaria per sopportare le sollecitazioni termiche causate da correnti di durata dell'ordine compreso tra 0,2s e 5s, dove:

$S_p$  è l'area della sezione espressa in mm<sup>2</sup>;

$I$  è il valore efficace della corrente di guasto (in AC) che percorre il dispositivo di protezione, espressa in A, per un guasto di impedenza trascurabile;

$t$  è il tempo di intervento del dispositivo di interruzione, in secondi;

$k$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e da altri elementi, oltre che dalla temperatura iniziale e finale (vedi tabella 10.2).

Tabella 10.2

**Valori del fattore k per conduttori di protezione isolati non incorporati in cavi o conduttori di protezione nudi in contatto con rivestimenti di cavi.**

|                        |           | PVC    | XLPE EPR<br>Conduttori<br>nudi | Gomma butilica |
|------------------------|-----------|--------|--------------------------------|----------------|
| Temperatura finale     |           | 160 °C | 250 °C                         | 220 °C         |
| k<br>per<br>conduttore | rame      | 143    | 176                            | 166            |
|                        | alluminio | 95     | 116                            | 110            |
|                        | acciaio   | 52     | 64                             | 60             |

Nota: si suppone che la temperatura iniziale dei conduttori sia di 30 °C.

Le masse di un dispositivo che non possono essere collegate al circuito di protezione con i suoi mezzi di fissaggio, devono essere collegate al circuito di protezione del quadro con un conduttore la cui sezione è scelta secondo la seguente tabella:

Tabella 10.3

| Corrente nominale di impiego $I_n$<br>(A) | Sezione minima del conduttore<br>protettivo equipotenziale<br>(mm <sup>2</sup> ) |
|---|--|
| $I_n \leq 20$                             | 5  |
| $20 < I_n \leq 25$                        | 2,5  |
| $25 < I_n \leq 32$                        | 4  |
| $32 < I_n \leq 63$                        | 6  |
| $63 < I_n$                                | 10   |

S: sezione del conduttore di fase

- **Protezione realizzata con misure diverse dall'impiego di circuiti di protezione**

I quadri elettrici possono fornire protezione contro contatti indiretti per mezzo delle seguenti misure che non richiedono un circuito di protezione:

- a) separazione elettrica dei circuiti;
- b) isolamento completo.

### 10.3 La gestione in sicurezza del quadro

L'impiego del quadro deve garantire le consuete protezioni di sicurezza, sia in caso di manovra che in caso di sostituzione di piccoli componenti, come lampade e fusibili, a cura di personale ordinario, qualora tale procedura sia prevista.

Interventi più complessi o pericolosi possono essere svolti solo da personale autorizzato e riguardano l'attuazione di particolari procedure e l'uso di particolari componenti di sicurezza, relativamente all'accessibilità del quadro, per:

- ispezioni e controlli;
- manutenzione;
- lavori di ampliamento anche sotto tensione.

## 11. Indicazioni pratiche per la realizzazione del quadro

### 11.1 Assemblaggio del quadro elettrico

L'assemblaggio dei diversi componenti meccanici ed elettrici (involucri, sbarre, unità funzionali, ecc.), che compongono il sistema quadro definito dal costruttore originale, deve essere fatto in accordo con le istruzioni (catalogo tecnico/manuale di montaggio) del costruttore stesso.

Dopo aver predisposto i particolari sciolti, che andranno assemblati, s'inizia componendo la carpenteria. Essa può essere già pronta come monoblocco, ed è il caso dell'ArTu M, oppure da comporre come per l'ArTu L e K e System pro E Power.

Per quadri di piccola e media taglia, l'inserimento dei prodotti all'interno può essere eseguito più agevolmente disponendo l'involucro orizzontalmente su appositi cavalletti. In tal modo, lavorando a livello del bacino, si evita di tenere le braccia alzate e le gambe piegate come si farebbe con un involucro posto in verticale.

Un ulteriore vantaggio sull'accessibilità interna si ha operando senza i fianchi metallici della carpenteria, lasciando, per così dire, a nudo l'intero cablaggio interno.

Ovviamente sarà opportuno procedere montando gli apparecchi dal centro verso l'esterno, cablando man mano i cavi e inserendoli nelle relative canaline.

Già in questa fase, si deve porre particolare attenzione nel rispettare le distanze minime in aria e superficiali tra le diverse parti attive e la massa.

### 11.2 Posizionamento degli interruttori

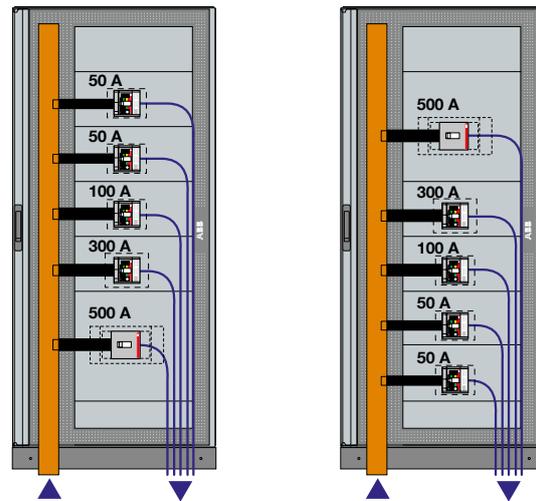
Di seguito sono descritte alcune indicazioni, di carattere generale, per una migliore disposizione degli interruttori all'interno del quadro.

È il realizzatore del quadro che, conoscendo meglio i particolari concernenti l'impianto, il luogo d'installazione e l'effettivo utilizzo, può disegnare, in maniera ottimale, il fronte quadro.

- Buona regola è quella di cercare di mettere gli interruttori in modo da ridurre il più possibile i percorsi delle correnti più elevate, in tal modo si riduce la potenza dissipata all'interno del quadro con indubbi benefici dal punto di vista termico ed economico.

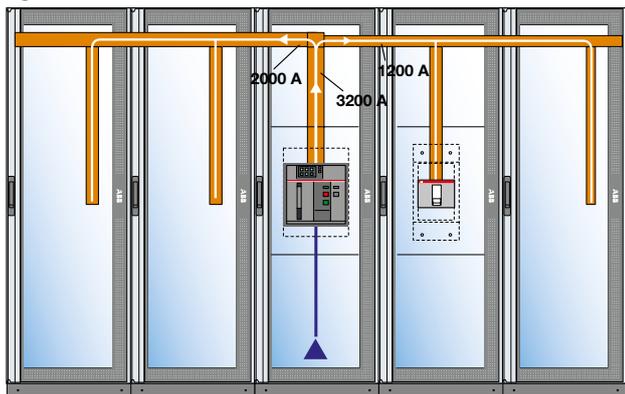
Figura 11.1

| Posizionamento consigliato:                           | Posizionamento NON consigliato:                       |
|---|---|
| La corrente MAGGIORE (500 A) fa il percorso più BREVE | La corrente MAGGIORE (500 A) fa il percorso più LUNGO |



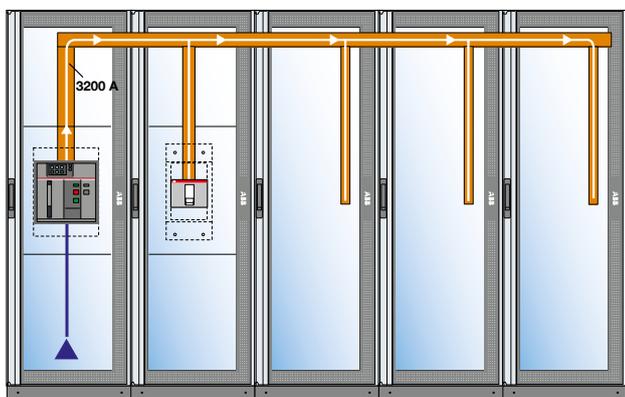
- Nel caso di quadri con molte colonne è consigliabile, ove possibile, posizionare l'interruttore generale nella colonna centrale. In questo modo si divide immediatamente la corrente nei due rami del quadro e si può ridurre la sezione delle barre di distribuzione principale.

Figura 11.2



Nell'esempio in figura il sistema di barre principale può essere dimensionato per 2000 A, con un notevole vantaggio economico.

Figura 11.3

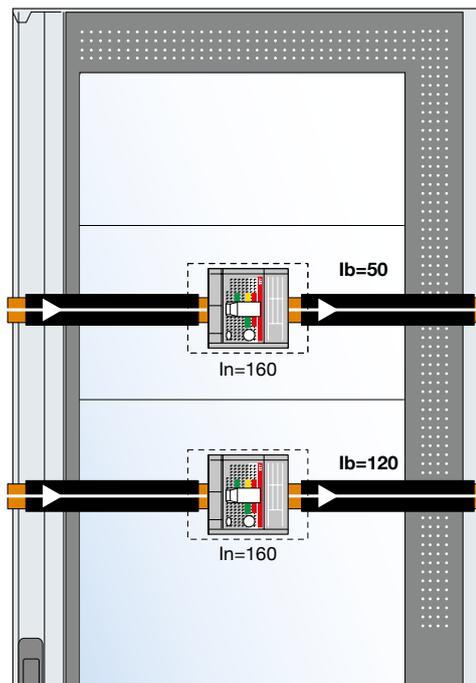


In questo caso invece il sistema di barre principale deve essere dimensionato per portare 3200 A.

- Si consiglia di posizionare gli interruttori più grossi e quindi più pesanti in basso. Questo permette una migliore stabilità del quadro soprattutto durante il trasporto e l'installazione.
- In un quadro elettrico la temperatura varia in senso verticale:
  - le zone più basse sono le più fredde,
  - le zone più alte sono le più calde.

Per questa ragione si consiglia di mettere in basso gli apparecchi attraversati da una corrente prossima al valore nominale (più carichi) ed in alto gli apparecchi attraversati da una corrente lontana dal valore nominale (più scarichi e più freddi).

Figura 11.4



- Per facilitare la manovra dei grossi apparecchi è consigliabile posizionarli tra 0,8 m e 1,6 m da terra

**11.3 Ammaraggio dei conduttori in prossimità degli interruttori**

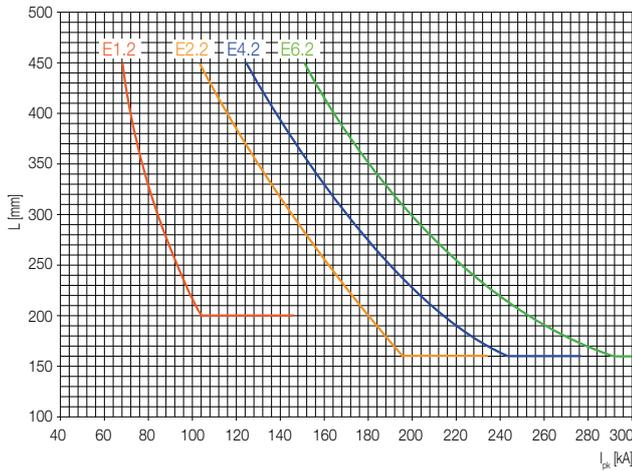
All'interno dei quadri è necessario che i cavi e le barre siano fissati alla struttura. Infatti, durante un cortocircuito, le sollecitazioni elettrodinamiche prodotte nei conduttori potrebbero danneggiare i terminali degli interruttori.

**Interruttori aperti**

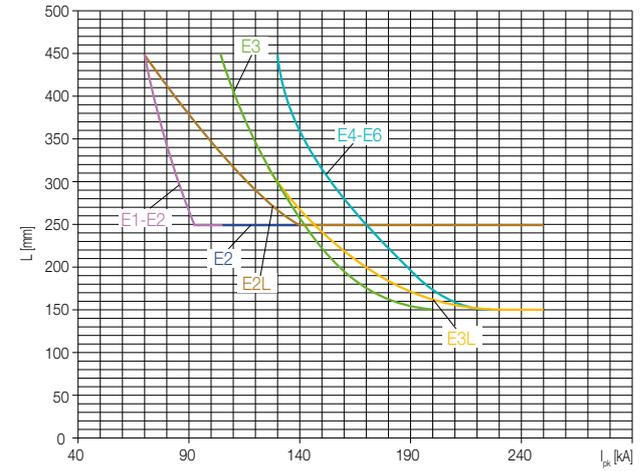
Per informazioni sulla massima distanza (in mm) a cui posizionare il primo setto di ancoraggio delle sbarre di distribuzione che si connettono all'interruttore, in funzione del tipo di interruttore e del picco ( $I_{pk}$ ) della corrente di cortocircuito massima ammissibile, fare riferimento alle curve nella figure seguenti.

Figura 11.5

**SACE Emax 2 E1.2-E6.2**

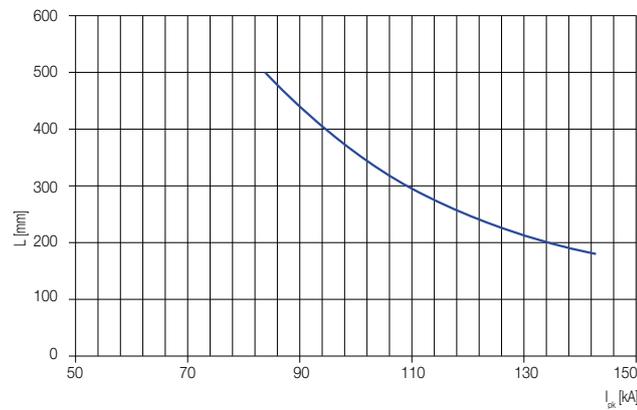


**SACE Emax E1÷E6**

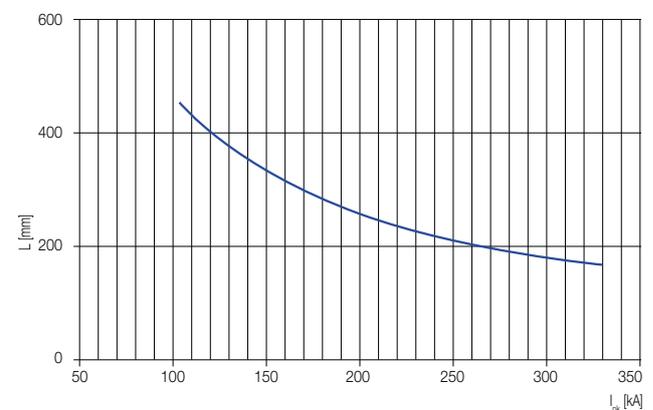


Distanza di posizionamento consigliata per il primo setto di ancoraggio delle sbarre in funzione del picco della corrente di corto circuito massima presunta e del tipo di interruttore. Interruttore con terminali orizzontali e verticali.

**SACE Emax X1B-N**



**SACE Emax X1L**



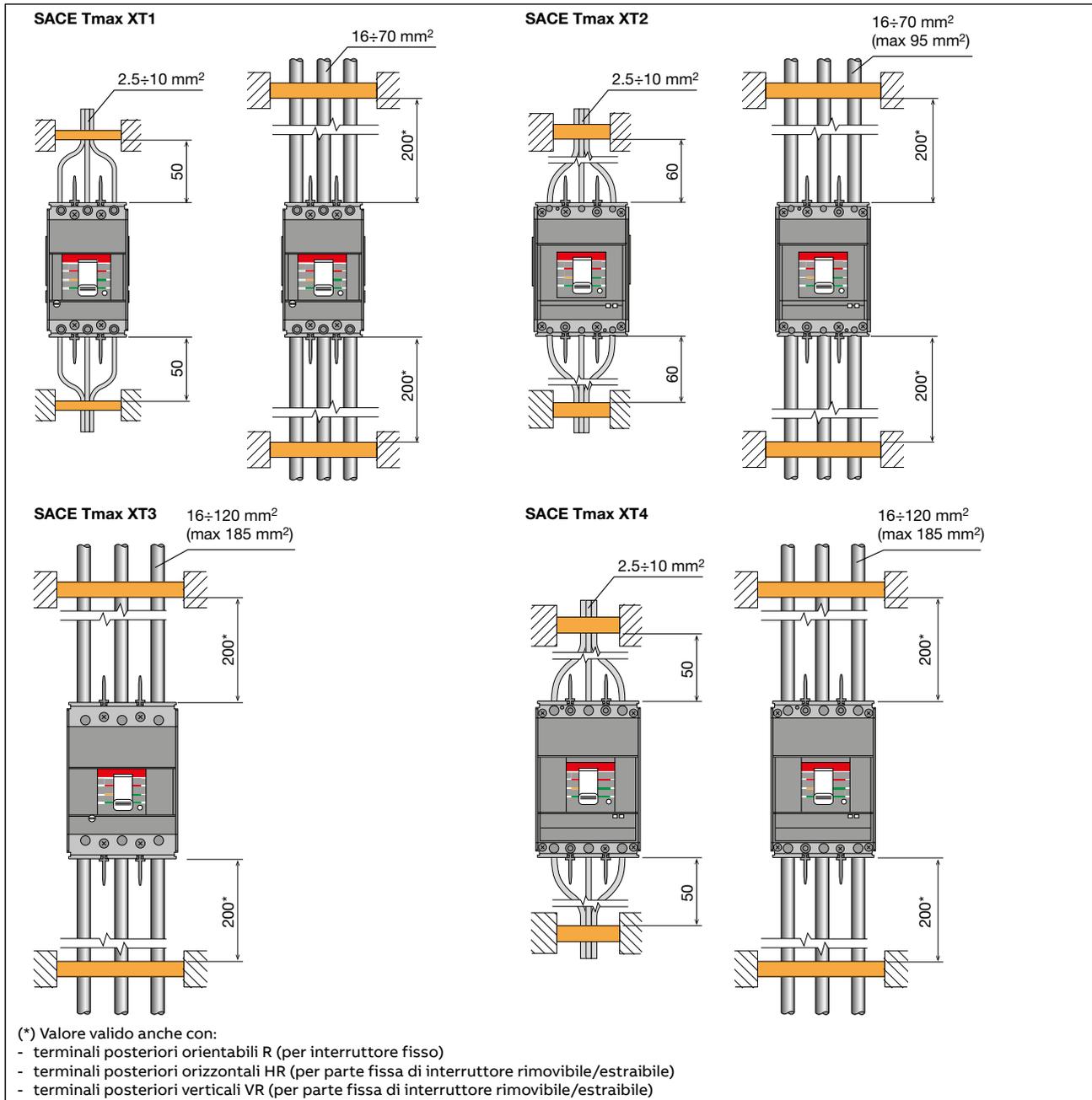
## Interruttori scatolati

### SACE Tmax XT

Per gli interruttori scatolati SACE Tmax XT1÷XT4, si fornisce, in Figura 11.6, un esempio della distanza massima consigliata (in

mm) a cui porre il primo setto di ancoraggio, in relazione alla massima corrente di picco ammissibile per l'interruttore e alla sezione del cavo. Per maggiori informazioni e approfondimenti si rimanda ai cataloghi tecnici e ai manuali degli interruttori.

Figura 11.6



Di seguito sono riportati i grafici che, in funzione del picco della corrente di cortocircuito massima presunta e della tipologia d'interruttore, forniscono le massime distanze ammesse tra i terminali dell'interruttore e il primo elemento di ancoraggio dei conduttori.

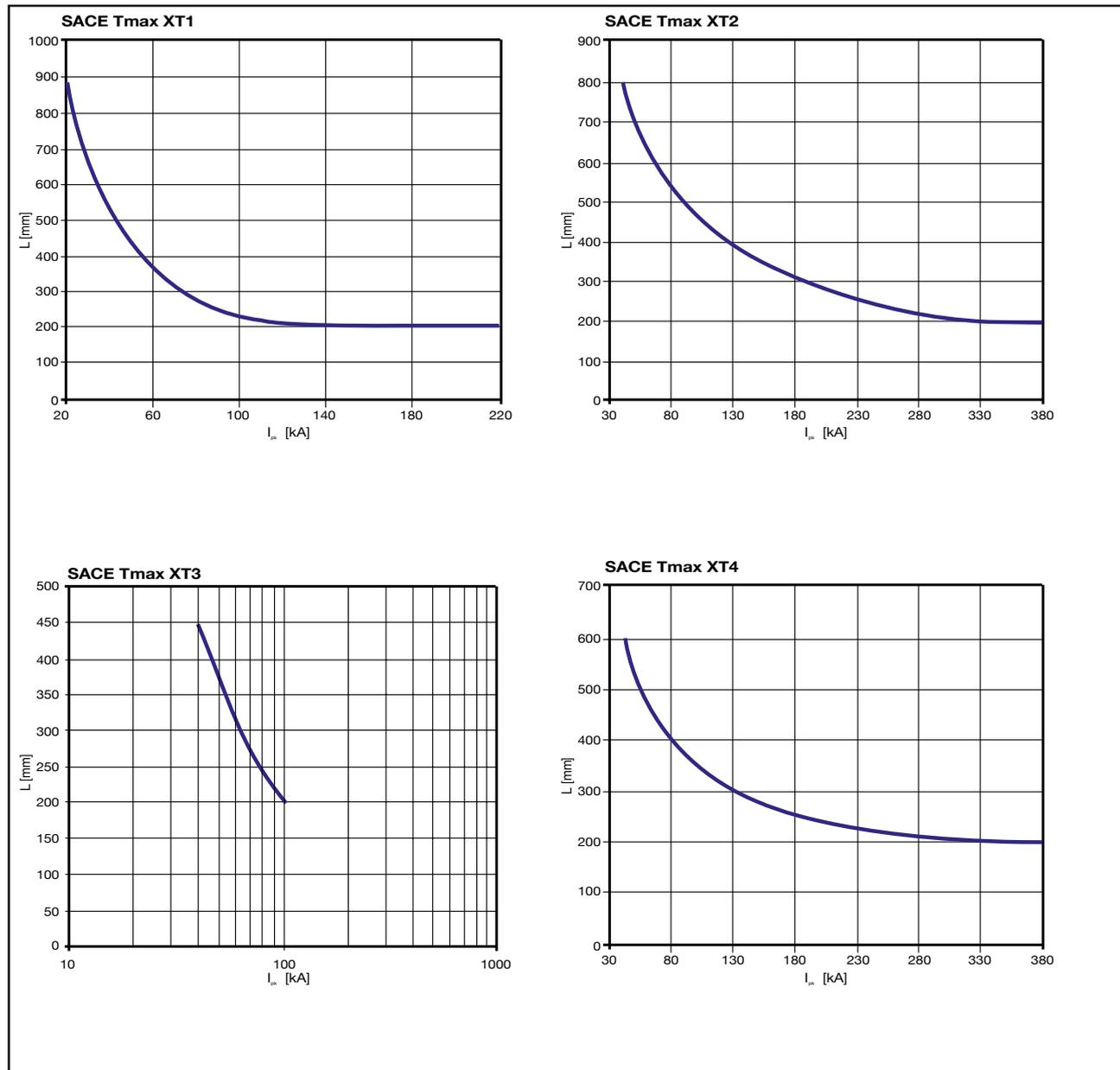
Per conduttori ci si riferisce:

- a cavi, per correnti fino a 400 A;
- a cavi oppure alle sbarre equivalenti date nella Tabella 12 della CEI EN 61439-1, per correnti superiori a 400 A e non superiori a 800 A;
- a sbarre, per correnti superiori a 800 A e non superiori a 4000 A.

**SACE Tmax XT**

- Distanza di posizionamento consigliata per il primo setto di ancoraggio delle sbarre in funzione del picco della corrente di cortocircuito massima presunta. I grafici sono validi per connessioni con sbarre rigide.

Figura 11.6a

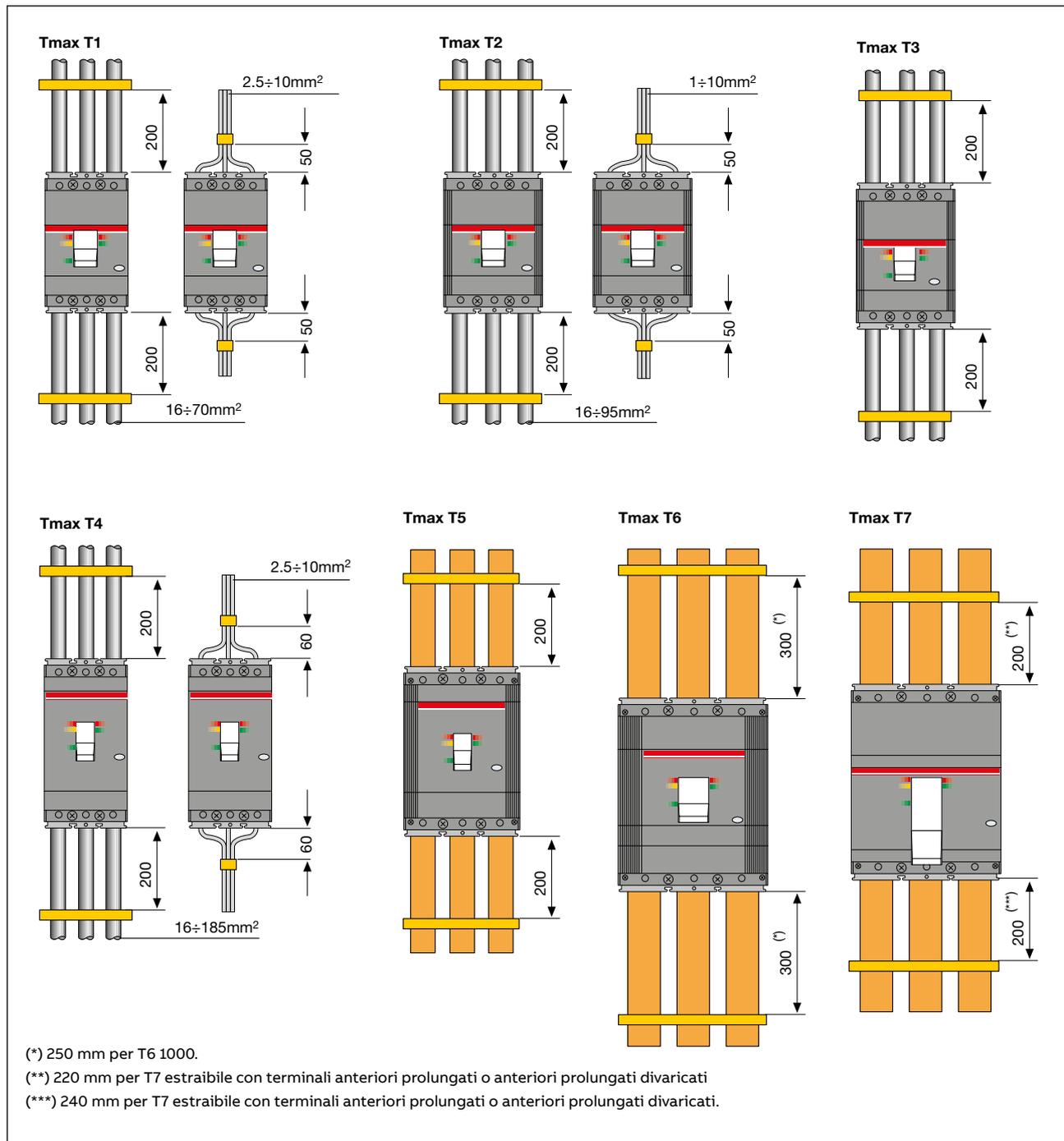


## Tmax

Per gli interruttori scatolati Tmax si fornisce, in Figura 11.7, un esempio della distanza massima consigliata (in mm) a cui porre il primo setto di ancoraggio, in relazione alla massima corrente

di picco ammissibile per l'interruttore. Per approfondimenti si rimanda ai cataloghi tecnici e ai manuali degli interruttori.

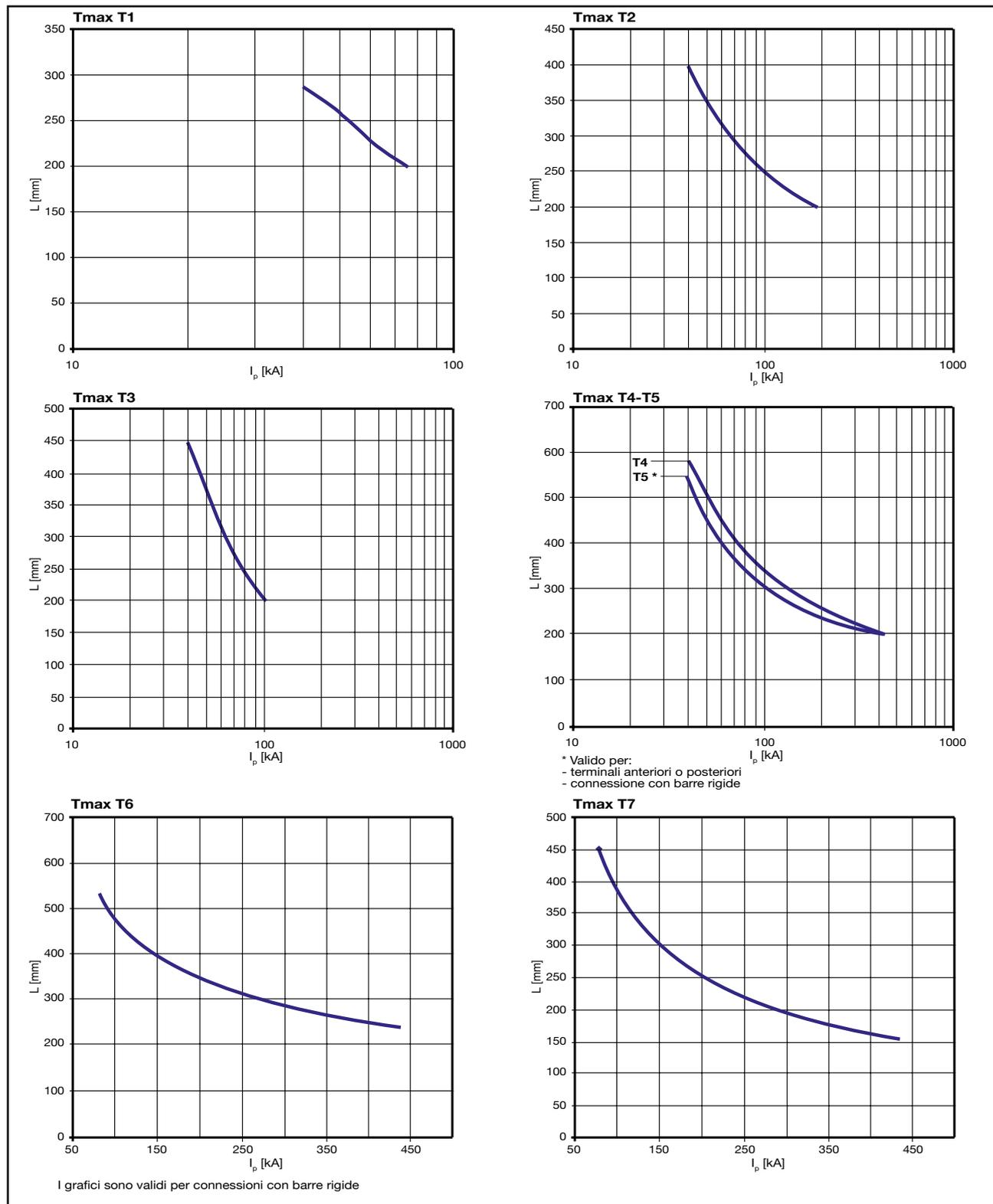
Figura 11.7



### Tmax

- Distanza di posizionamento consigliata per il primo setto di ancoraggio delle sbarre in funzione del picco della corrente di cortocircuito massima presunta. I grafici sono validi per connessioni con barre rigide.

Figura 11.7a



#### 11.4 Indicazioni per la connessione degli interruttori con il sistema sbarre

Al fine di ottenere una connessione che permetta uno scambio di calore adeguato tra i terminali e il sistema di distribuzione del quadro, ABB SACE fornisce l'indicazione della sezione minima dei cavi e delle sbarre che devono essere utilizzate.

Di seguito riportiamo, in Tabella 11.1, le indicazioni per interruttori aperti serie Emax, EmaxX1 e SACE EMAX 2 e , in Tabella

11.2, le indicazioni per interruttori scatolati serie Tmax T e SACE Tmax XT.

La sezione dei cavi e delle sbarre riportate nelle Tabelle 11.1 e 11.2 sono quelle impiegate per determinare la portata nominale in aria libera degli interruttori secondo la norma di prodotto CEI EN 60947-2.

#### Interruttori aperti

Tabella 11.1

| Interruttore SACE Emax 2 | Terminali verticali<br>[ n // ] x [ mm x mm ] | Terminali orizzontali<br>[ n // ]x[ mm x mm ] |
|--------------------------|---|---|
| E1.2 B/C/N 06            | 2x40x5  | 2x40x5  |
| E1.2 B/C/N 08            | 2x50x5  | 2x50x5  |
| E1.2 B/C/N 10            | 2x50x8  | 2x50x10                                       |
| E1.2 B/C/N 12            | 2x50x8  | 2x50x10                                       |
| E1.2 B/C/N 16            | 2x50x10                                       | 3x50x8  |
| E2.2 B/N/S/H 08          | 1x60x10                                       | 1x60x10                                       |
| E2.2 B/N/S/H 10          | 1x60x10                                       | 1x60x10                                       |
| E2.2 B/N/S/H 12          | 2x60x10                                       | 2x60x10                                       |
| E2.2 B/N/S/H 16          | 1x100x10                                      | 2x60x10                                       |
| E2.2 B/N/S/H 20          | 2x80x10                                       | 3x60x10                                       |
| E2.2 B/N/S/H 25          | 4x100x5                                       | 3x60x10                                       |
| E4.2 N/S/H/V 20          | 2x80x10                                       | 2x80x10                                       |
| E4.2 N/S/H/V 25          | 2x100x10                                      | 2x100x10                                      |
| E4.2 N/S/H/V 32          | 3x100x10                                      | 3x100x10                                      |
| E4.2 N/S/H/V 40          | 4x100x10                                      | 4x100x10                                      |
| E6.2 H/V/X 40            | 4x100x10                                      | 4x100x10                                      |
| E6.2 H/V/X 50            | 5x100x10                                      | 5x100x10                                      |
| E6.2 H/V/X 63            | 6x100x10                                      | 6x100x10                                      |

Per ulteriori informazioni consultare il catalogo tecnico "SACE Emax 2 Nuovi interruttori automatici aperti di bassa tensione" al capitolo 6

| Interruttore Emax X1 | Terminali verticali<br>[ n // ] x [ mm ]x [ mm ] | Terminali orizzontali<br>[ n // ] x [ mm ] x [ mm ] |
|----------------------|--|---|
| X1 B/N/L 06          | 2x40x5   | 2x40x5  |
| X1 B/N/L 08          | 2x50x5   | 2x40x5  |
| X1 B/N 10            | 2x50x8   | 2x50x10   |
| X1 L 10              | 2x50x8   | 2x50x10   |
| X1 B/N 12            | 2x50x8   | 2x50x10   |
| X1 L 12              | 2x50x8   | 2x50x10   |
| X1 B/N 16            | 2x50x10  | 3x50x8  |

**GUIDA ALLA REALIZZAZIONE DI UN QUADRO ELETTRICO  
SECONDO LE NORME CEI EN 61439 PARTI 1, 2, 3 E 5**

| Interruttore<br>E <sub>max</sub> | Terminali verticali<br>[ n // ] x [ mm x mm ] | Terminali orizzontali e anteriori<br>[ n // ]x[ mm x mm ] |
|----------------------------------|---|---|
| E1B/N 08                         | 1x(60x10)                                     | 1x(60x10)   |
| E1B/N 12                         | 1x(80x10)                                     | 2x(60x8)  |
| E2B/N 12                         | 1x(60x10)                                     | 1x(60x10)   |
| E2B/N 16                         | 2x(60x10)                                     | 2x(60x10)   |
| E2B/N 20                         | 3x(60x10)                                     | 3x(60x10)   |
| E2L 12                           | 1x(60x10)                                     | 1x(60x10)   |
| E2L 16                           | 2x(60x10)                                     | 2x(60x10)   |
| E3S/H 12                         | 1x(60x10)                                     | 1x(60x10)   |
| E3S/H 16                         | 1x(100x10)                                    | 1x(100x10)  |
| E3S/H 20                         | 2x(100x10)                                    | 2x(100x10)  |
| E3N/S/H 25                       | 2x(100x10)                                    | 2x(100x10)  |
| E3N/S/H 32                       | 3x(100x10)                                    | 3x(100x10)  |
| E3L20                            | 2x(100x10)                                    | 2x(100x10)  |
| E3L 25                           | 2x(100x10)                                    | 2x(100x10)  |
| E4H/V 32                         | 3x(100x10)                                    | 3x(100x10)  |
| E4S/H/V 40                       | 4x(100x10)                                    | 6x(60x10)   |
| E6V 32                           | 3x(100x10)                                    | 3x(100x10)  |
| E6H/V 40                         | 4x(100x10)                                    | 4x(100x10)  |
| E6H/V 50                         | 6x(100x10)                                    | 6x(100x10)  |
| E6H/V 63                         | 7x(100x10)                                    | -   |

## Interruttori scatolati

Tabella 11.2

| Interruttore<br>SACE Tmax XT | $I_n$<br>[A] | Cavi<br>[ n // ] x [ mm <sup>2</sup> ] |
|------------------------------|--------------|--|
| XT2                          | ≤ 8          | 1                                      |
| XT2                          | 10           | 1,5                                    |
| XT2                          | 12,5         | 2,5                                    |
| XT1-XT2-XT4                  | 16           | 2,5                                    |
| XT1-XT2-XT4                  | 20           | 2,5                                    |
| XT1-XT4                      | 25           | 4                                      |
| XT1-XT2-XT4                  | 32           | 6                                      |
| XT1-XT2-XT4                  | 40           | 10                                     |
| XT1-XT2-XT4                  | 50           | 10                                     |
| XT1-XT2-XT3-XT4              | 63           | 16                                     |
| XT1-XT2-XT3-XT4              | 80           | 25                                     |
| XT1-XT2-XT3-XT4              | 100          | 35                                     |
| XT1-XT2-XT3-XT4              | 125          | 50                                     |
| XT1-XT2-XT3-XT4              | 160          | 70                                     |
| XT3-XT4                      | 200          | 95                                     |
| XT4                          | 225          | 95                                     |
| XT3-XT4                      | 250          | 120                                    |

| Interruttore<br>Tmax T | $I_n$<br>[A] | Cavi<br>[ n // ] x [ mm <sup>2</sup> ] | Barre<br>[ n // ] x [ mm ] x [ mm ] |
|------------------------|--------------|--|-------------------------------------|
| T2                     | ≤ 8          | 1                                      |                                     |
| T2-T4                  | 10           | 1,5                                    |                                     |
| T1-T2                  | 16           | 2,5                                    |                                     |
| T1-T2-T4               | 20           | 2,5                                    |                                     |
| T1-T2-T4               | 25           | 4                                      |                                     |
| T1-T2-T4               | 32           | 6                                      |                                     |
| T1-T2-T4               | 40           | 10                                     |                                     |
| T1-T2-T4               | 50           | 10                                     |                                     |
| T1-T2-T3-T4            | 63           | 16                                     |                                     |
| T1-T2-T3-T4            | 80           | 25                                     |                                     |
| T1-T2-T3-T4            | 100          | 35                                     |                                     |
| T1-T2-T3-T4            | 125          | 50                                     |                                     |
| T1-T2-T3-T4            | 160          | 70                                     |                                     |
| T3-T4                  | 200          | 95                                     |                                     |
| T3-T4                  | 250          | 120                                    |                                     |
| T4-T5                  | 320          | 185                                    |                                     |
| T5                     | 400          | 240                                    |                                     |
| T5                     | 500          | 2x150                                  | 2x30x5                              |
| T5-T6                  | 630          | 2x185                                  | 2x40x5                              |
| T6                     | 800          | 2x240                                  | 2x50x5                              |
| T6                     | 1000         | 3x240                                  | 2x60x5                              |
| T7                     | 1250         | 4x240                                  | 2x80x5                              |
| T7                     | 1600         | 5x240                                  | 2x100x5                             |

Per ottenere un miglior smaltimento del calore, sfruttando il fenomeno della convezione termica\*, è consigliabile l'utilizzo di terminali posteriori verticali che, rispetto a quelli orizzontali, ostacolano meno il moto naturale dell'aria (vedi Figura 11.8) favorendo la dissipazione del calore.

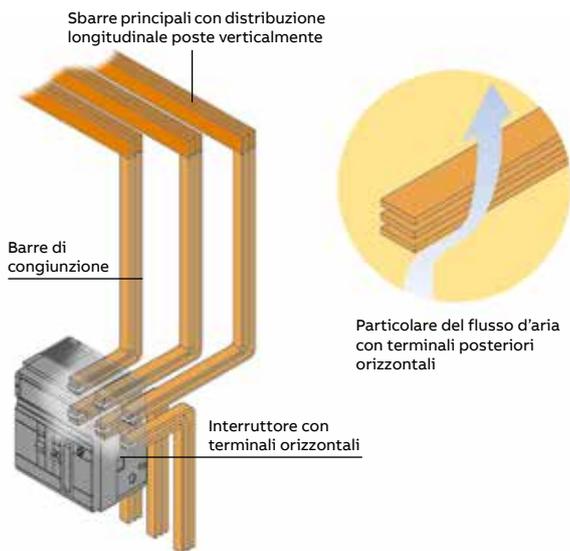
\* Fenomeno basato sul moto convettivo dell'aria, che scaldandosi, tende a salire verso l'alto.

Con i nuovi interruttori SACE Emax 2, i terminali per le connessioni di potenza sono orientabili quindi si possono montare in posizione orizzontale o verticale, a seconda delle esigenze, senza usare nessun kit di trasformazione.

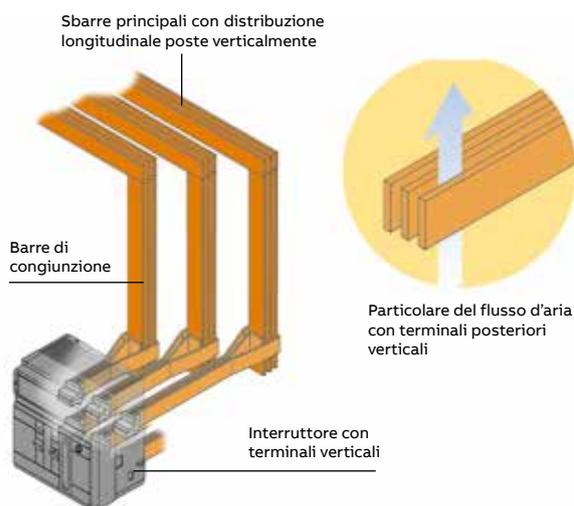
L'orientamento dei terminali può essere modificato in loco, passando dalla posizione orizzontale alla posizione verticale (o viceversa) con una rotazione di 90°.

Figura 11.8

Interruttore con terminali orizzontali e sbarre principali verticali



Interruttore con terminali verticali e sbarre principali verticali

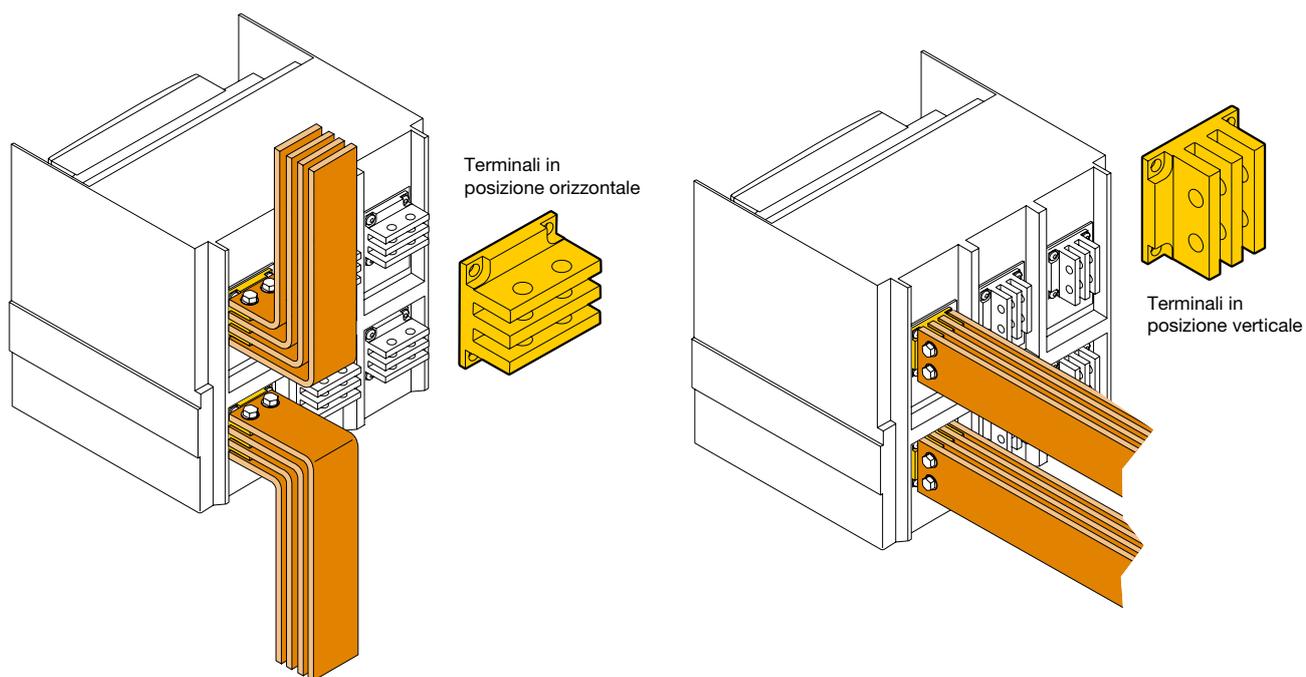


L'orientabilità permette maggiore flessibilità per la connessione dell'interruttore al sistema sbarre del quadro e la possibilità di configurazioni miste tra terminali superiori ed inferiori. Come fornitura standard, l'E2.2, E4.2 ed E6.2 in esecuzione fissa o estraibile sono forniti con terminali posteriori orientabili HR/VR (montati dalla fabbrica in posizione orizzontale); l'E1.2 in

esecuzione fissa è fornito con terminali anteriori F, mentre in esecuzione estraibile è fornito con terminali posteriori orientabili HR/VR (montati dalla fabbrica in posizione orizzontale).

Figura 11.9

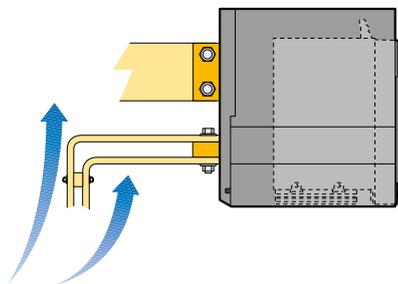
### Terminali orientabili Emax E4.2



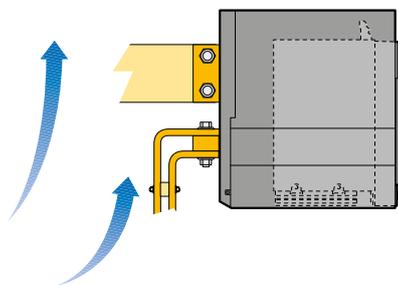
Quando si utilizzano terminali superiori verticali e terminali inferiori di altro tipo o comunque terminali superiori e inferiori diversi, si devono adottare soluzioni che non limitano la circolazione dell'aria verso i terminali superiori.

Come si vede nella Figura 11.10, i terminali inferiori non devono deviare eccessivamente il flusso d'aria impedendo che questo vada ad investire i terminali superiori, facendo così perdere i benefici effetti del raffreddamento per convezione.

Figura 11.10



Connessione inferiore con terminali posteriori orizzontali.  
La circolazione dell'aria, in prossimità dei terminali superiori (verticali) è limitata.

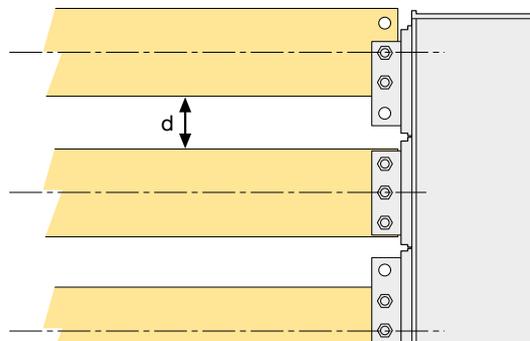


Connessione inferiore con terminali anteriori.  
La circolazione dell'aria, in prossimità dei terminali superiori (verticali) è solo parzialmente ridotta.

In generale, per ridurre il riscaldamento ai terminali dell'interruttore, il posizionamento delle sbarre assume una notevole importanza.

Tenendo conto che, più le sbarre sono distanti tra loro, più smaltiscono calore e che il terminale centrale superiore è solitamente quello con maggiori problemi dal punto di vista termico, per ridurre il riscaldamento, ad esempio nel caso di interruttori tripolari, è possibile disallineare le connessioni esterne rispetto ai terminali in modo da aumentarne la distanza "d" (vedi figura 11.11).

Figura 11.11



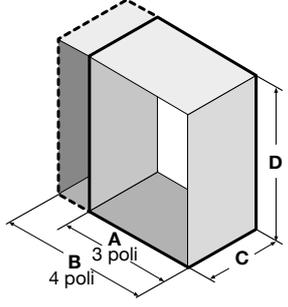
### 11.5 Indicazioni sulle distanze d'installazione degli interruttori

In accordo alla norma CEI EN 61439-1 è compito del costruttore degli interruttori quello di fornire le indicazioni e le prescrizioni relative all'installazione di questi all'interno del quadro.

Riportiamo qui di seguito, rispettivamente per gli interruttori ABB serie Tmax T, SACE Tmax XT, Emax X1, Emax e SACE Emax 2, le indicazioni relative alle distanze da rispettare nelle installazioni fino a 690V c.a. Tali distanze sono quelle presenti nei cataloghi tecnici e nei manuali degli interruttori ai quali si rimanda per ulteriori approfondimenti.

#### Interruttori aperti

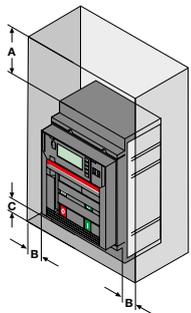
Figura 11.12

| Dimensione della cella  |        |        |                      |        |
|---|--------|--------|----------------------|--------|
|  |        |        |                      |        |
| SACE Emax2 E1.2-E6.2  |        |        |                      |        |
| Emax  | A [mm] | B [mm] | C [mm]               | D [mm] |
| Interruttori fissi  |        |        |                      |        |
| E1.2  | 250    | 322    | 382,5 <sup>(1)</sup> | 130    |
| E2.2  | 400    | 490    | 500                  | 221    |
| E4.2  | 500    | 600    | 500                  | 221    |
| E6.2  | 900    | 1000   | 500                  | 221    |
| E6.2/f  | -      | 1200   | 500                  | 221    |
| Interruttori estraibili   |        |        |                      |        |
| E1.2  | 280    | 350    | 440 <sup>(2)</sup>   | 252    |
| E2.2  | 400    | 490    | 500                  | 355    |
| E4.2  | 500    | 600    | 500                  | 355    |
| E6.2  | 900    | 1000   | 500                  | 355    |
| E6.2/f  | -      | 1200   | 500                  | 355    |
| SACE Emax E1-E6   |        |        |                      |        |
| Emax  | A [mm] | B [mm] | C [mm]               | D [mm] |
| Interruttori fissi  |        |        |                      |        |
| E1  | 400    | 490    | 500                  | 242    |
| E2  | 400    | 490    | 500                  | 282    |
| E3  | 500    | 630    | 500                  | 282    |
| E4  | 700    | 790    | 500                  | 282    |
| E4/f  | -      | 880    | 500                  | 282    |
| E6  | 1000   | 1130   | 500                  | 282    |
| E6/f  | -      | 1260   | 500                  | 282    |
| Interruttori estraibili   |        |        |                      |        |
| E1  | 400    | 490    | 500                  | 380    |
| E2  | 400    | 490    | 500                  | 380    |
| E3  | 500    | 630    | 500                  | 380    |
| E4  | 700    | 790    | 500                  | 380    |
| E4/f  | -      | 880    | 500                  | 380    |
| E6  | 1000   | 1130   | 500                  | 380    |
| E6/f  | -      | 1260   | 500                  | 380    |

<sup>(1)</sup> 332,5 mm per tensioni ≤ 440 V

<sup>(2)</sup> 390 mm per tensioni ≤ 440 V

Figura 11.13

| Emax X1   |                        |                             |        |                 |
|---|------------------------|-----------------------------|--------|-----------------|
| Distanze di isolamento per installazione  |                        |                             |        |                 |
|  |                        |                             |        |                 |
| Un < 440V   | Emax                   | A [mm]                      | B [mm] | C [mm]          |
|   | X1 versione fissa      | 50                          | 20     | 10              |
|   | X1 versione estraibile | 50                          | -      | -               |
| 440 V ≤ Un ≤ 690V   | Emax                   | A [mm]                      | B [mm] | C [mm]          |
|   | X1 versione fissa      | 100                         | 20     | 10              |
|   | X1 versione estraibile | 100                         | -      | -               |
| Distanze tra due interruttori affiancati  |                        |                             |        |                 |
|   |                        | Larghezza interruttore [mm] |        | Distanza D [mm] |
| Emax  |                        | 3 poli                      | 4 poli | 3 poli          |
| X1  |                        | 210                         | 280    | 0               |
|   |                        |                             |        | 4 poli          |
| X1  |                        |                             |        | 0               |

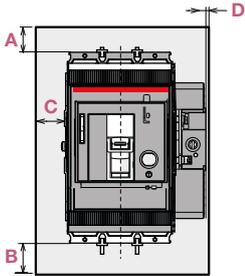
Note: Per i collegamenti si consiglia l'utilizzo di cavi o barre isolate oppure, di eseguire prove di tipo specifiche sull'installazione. Per le distanze di isolamento degli interruttori a 1000V, chiedere ad ABB SACE.

## Interruttori scatolati

Figura 11.14

## SACE Tmax XT

Distanze di isolamento per installazione in cubicolo metallico.



| Interruttore | Tensione a.c. [V]       | Piastra posteriore isolante | Separatori di fase (***) | A (**)<br>[mm] | B (**)<br>[mm] | C<br>[mm] | D<br>[mm] |
|--------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------|----------------|-----------|-----------|
| XT1          | $U_e \leq 690$          | no                          | Si                       | 25             | 20             | 20        | -         |
| XT2          | $U_e < 440$             | si (*)                      | Si                       | 30             | 25             | 10        | 0         |
|              | $440 \leq U_e \leq 690$ | si (*)                      | Si                       | 50             | 45             | 20        | 0         |
| XT3          | $U_e \leq 690$          | no                          | Si                       | 50             | 20             | 20        | -         |
| XT4          | $U_e < 440$             | si (*)                      | Si                       | 30             | 25             | 20        | 0         |
|              | $440 \leq U_e \leq 690$ | si (*)                      | Si                       | 50             | 45             | 20        | 0         |

(\*) solo per interruttore in esecuzione fissa F

(\*\*) - Per XT2 e XT4 W/P: con terminali EF A=B=50mm a partire dal profilo superiore del terminale e per ogni tensione  $U_e$ .

- Per XT2 e XT4 :Nel caso di interruttore con copri terminali alti HTC A = B = 25mm (la distanza è indicata per dare una via di sfogo alla pressione dei gas).

- Per XT1 e XT3 P: con terminali EF A=50mm B= 20mm a partire dal profilo superiore del terminale.

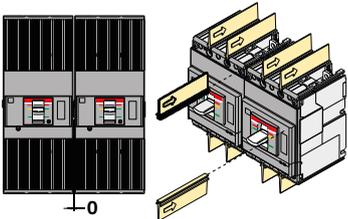
- Per XT1 e XT3 :Nel caso di interruttore con copri terminali alti HTC A = 25mm (la distanza è indicata per dare una via di sfogo alla pressione dei gas).

- Per XT1 e XT3 : Nel caso di interruttori con terminali posteriori e cubicolo con base isolata B = 0.

(\*\*\*) Per informazioni sulla compatibilità tra: tipologia di terminali e separatori di fase, vedere il Capitolo 3 del Catalogo tecnico "SACE Tmax XT Nuovi interruttori scatolati di bassa tensione fino a 250 A". Con interruttore in esecuzione W o P si devono mettere i copri terminali bassi LTC sulla parte mobile e i separatori di fase sulla parte fissa.

## Distanza minima tra due interruttori affiancati

Per il montaggio affiancato verificare che le sbarre o i cavi di collegamento non riducano le distanze d'isolamento in aria. Se si usano i terminali divaricati o prolungati verificare che non si riducono le distanze d'isolamento in aria.



| Interruttore | Distanza D<br>[mm] |
|--------------|--------------------|
| XT1          | 0 (*)              |
| XT2          | 0 (**)             |
| XT3          | 0 (*)              |
| XT4          | 0 (**)             |

(\*) - con separatori di fase tra i due interruttori e non si usano terminali ES (anteriori prolungati divaricati); oppure se i due interruttori montano i copri terminali alti HTC e non si usano terminali ES.

- con terminali ES o EF D = 35 mm (distanza tra i terminali).

- con altre tipologie di terminali D = 25 mm.

(\*\*) - con separatori di fase tra i due interruttori e non si usano terminali ES (anteriori prolungati divaricati); oppure se i due interruttori montano i copri terminali alti HTC e non si usano terminali ES

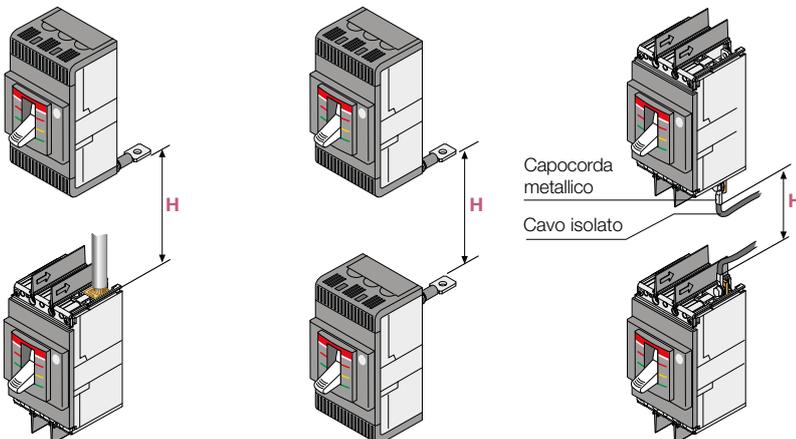
- con terminali ES D = 120 mm (distanza tra i terminali)

- con terminali EF D = 35 mm (distanza tra i terminali)

- con altre tipologie di terminali D = 25 mm.

## Distanza minima tra due interruttori sovrapposti

Verificare che le sbarre nude o i cavi di collegamento non riducano le distanze d'isolamento in aria suggerite. Le distanze indicate in tabella sono da riferire all'ingombro massimo degli interruttori nelle varie esecuzioni (F/W/P), compresi i terminali e, ad esempio, i capocorda metallici dei cavi isolati.



In caso di cavi con capocorda metallico, è obbligatoria la presenza di uno schermo isolante dietro i capocorda metallici (sul retro dell'interruttore) o l'utilizzo dei copri terminali alti.

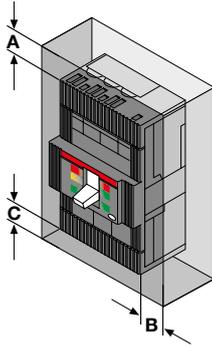
| Interruttore | H [mm] |
|--------------|--------|
| XT1          | 80     |
| XT2          | 140    |
| XT3          | 140    |
| XT4          | 150    |

Per maggiori informazioni vedere il product note SACE Tmax XT – Informazioni per l'installazione (1SDC210058L0901) disponibile nella Library ABB

Figura 11.15

## Tmax T

Distanze di isolamento per installazione in cubicolo metallico



| Tmax   | A [mm]   | B [mm] | C [mm] |
|--------|----------|--------|--------|
| T1     | 25       | 20     | 20     |
| T2     | 25       | 20     | 20     |
| T3     | 50       | 25     | 20     |
| T4 (*) | 30       | 25     | 25     |
| T5 (*) | 30       | 25     | 25     |
| T6     | 35 (**)  | 25     | 20     |
| T7     | 50 (***) | 20     | 10     |

(\*) Per  $440\text{ V} \leq U_n \leq 690\text{ V}$ : A = 60 mm, B = 25 mm, C = 45 mm

(\*\*) - Per  $U_n < 440\text{ V}$  (T6N, T6S, T6H): A = 35 mm

- Per  $U_n < 440\text{ V}$  (T6L): A = 100 mm

- Per  $440\text{ V} \leq U_n \leq 690\text{ V}$ : A = 100 mm

- Per T6V: A = 150 mm

(\*\*\*) - Per  $440\text{ V} \leq U_n \leq 690\text{ V}$ : A = 100 mm

Nota: Per le distanze di isolamento degli interruttori a 1000V, chiedere ad ABB SACE.

## Distanza minima tra due interruttori sovrapposti

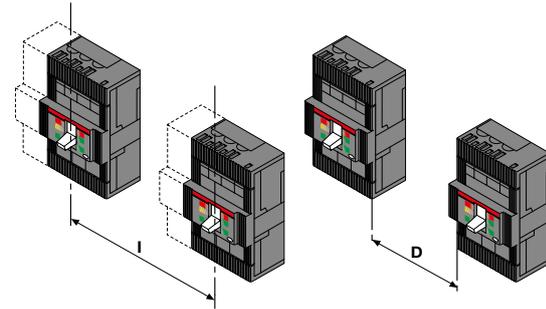
Per il montaggio sovrapposto verificare che le sbarre o i cavi di collegamento non riducano la distanza di isolamento in aria.

| Tmax | H [mm] |
|------|--------|
| T1   | 80     |
| T2   | 90     |
| T3   | 140    |
| T4   | 160    |
| T5   | 160    |
| T6   | 180    |
| T7   | 180    |

Note: Le dimensioni indicate valgono con tensioni di esercizio Un fino a 690 V. Le distanze di rispetto sono da aggiungere all'ingombro massimo degli interruttori nelle varie esecuzioni, terminali compresi. Per esecuzioni a 1000V, chiedere ad ABB SACE.

## Distanze tra due interruttori affiancati

Per il montaggio affiancato verificare che le sbarre o i cavi di collegamento non riducano la distanza di isolamento in aria.



| Tmax | Larghezza interruttore [mm] |        | Interasse I [mm] |        |
|------|-----------------------------|--------|------------------|--------|
|      | 3 poli                      | 4 poli | 3 poli           | 4 poli |
| T1   | 76                          | 101    | 77               | 102    |
| T2   | 90                          | 120    | 90               | 120    |
| T3   | 105                         | 140    | 105              | 140    |

## Distanza minima tra due interruttori affiancati

| Tmax           | Distanza minima D [mm]             |
|----------------|------------------------------------|
| T4 (*)         | 0 (per $U_n < 500\text{ V c.a.}$ ) |
| T5 (*)         | 0 (per $U_n < 500\text{ V c.a.}$ ) |
| T6N/S/H/L (**) | 0                                  |
| T7             | 0                                  |

(\*) - Per  $500\text{ V} \leq U_n \leq 690\text{ V}$ : D = 40 mm

(\*\*) - Per T6V: D = 100 mm

### 11.6 Altre indicazioni logistiche e funzionali

Nell'allestimento del quadro anche il peso richiede attenzione. L'esperienza e il buon senso hanno dimostrato che è bene:

- distribuire omogeneamente e comodamente i vari pezzi all'interno del quadro, nel rispetto dell'ergonomia del loro impiego e dell'eventuale loro riparazione o sostituzione;
- mantenere basso il baricentro globale, collocando in basso le apparecchiature più pesanti, al fine di conseguire la massima stabilità statica;
- evitare di sovraccaricare le porte mobili, per non aumentare gli attriti e compromettere la funzionalità e la durata delle cerniere;
- non superare le massime portate di fissaggio delle pannellature di fondo e laterali, riportate nei fogli di montaggio.

Di seguito sono riportate alcune figure che visualizzano la capacità statica dei diversi pannelli di un quadro ABB.

In ogni caso si consiglia di posizionare in basso i trasformatori, gli interruttori più grossi e quindi più pesanti ed eventuali motori per ventilazione, per permettere una migliore stabilità del quadro soprattutto durante il trasporto e l'installazione.

Terminato il montaggio interno, si passa al fissaggio dei fianchi e delle porte di chiusura della carpenteria. Si solleva infine il tutto in posizione verticale e dopo un ultimo esame a vista si rende disponibile il quadro per il collaudo finale (verifiche individuali).

### 11.7 Movimentazione, trasporto e installazione finale

Nel caso di grosse unità di potenza o d'automazione un'altra situazione critica è rappresentata dall'accoppiamento di più scomparti a formare una batteria di quadri.

Qui è l'interfacciamento meccanico che deve essere particolarmente curato, date le notevoli sollecitazioni che le diverse carpenterie si trasmettono vicendevolmente, soprattutto nella delicata fase di carico e trasporto.

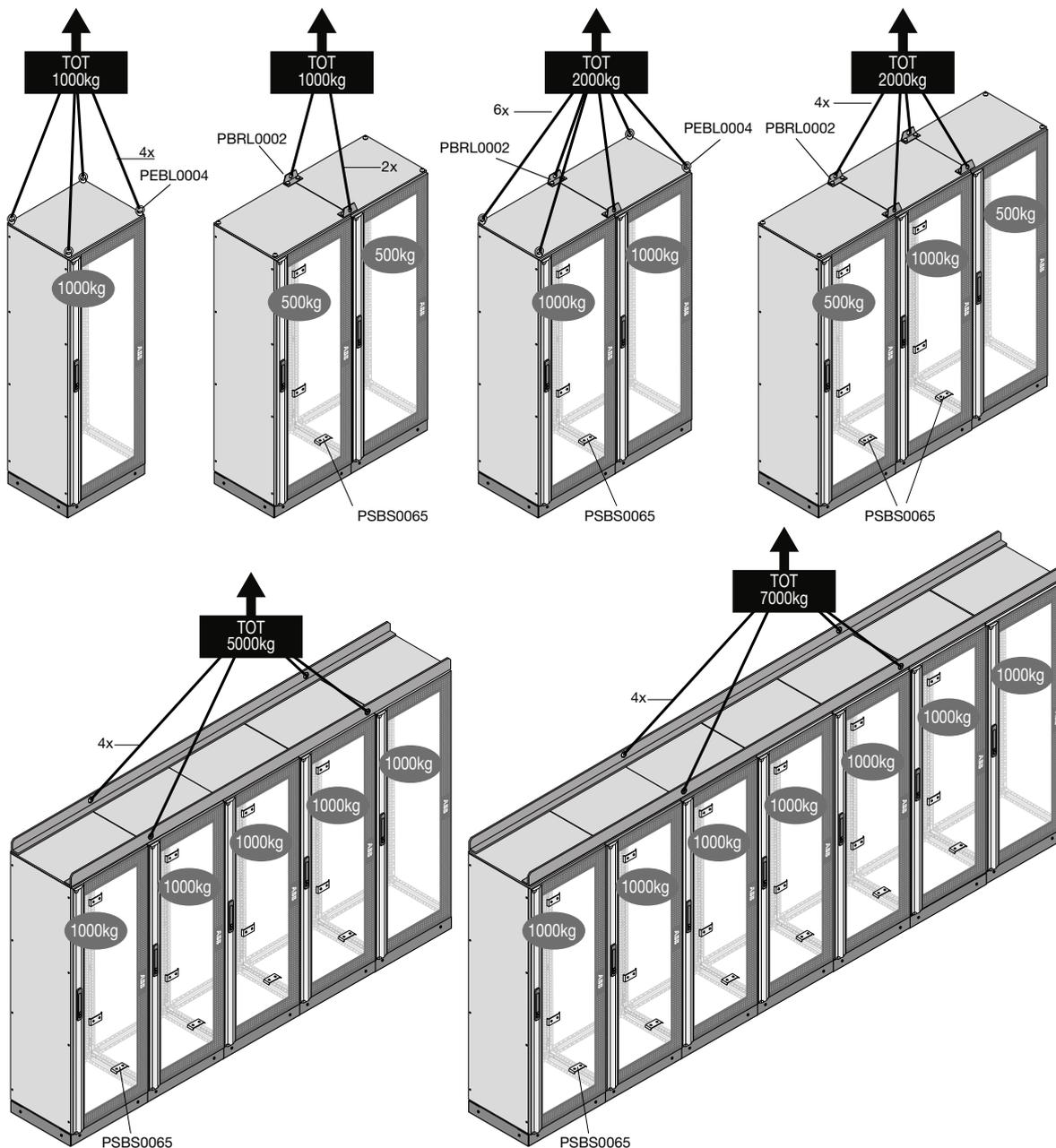
Ancora una volta emerge l'importanza dei fogli di montaggio, che devono essere chiari, dettagliati e completi, con tutte le indicazioni sui serraggi, le relative sequenze, nonché l'indicazio-

ne degli errori che si rischia di commettere per disattenzione o pressapochismo.

Nella figura che segue, si evidenziano alcuni punti che richiedono una particolare concentrazione al quadrista; si possono notare gli ottimali fissaggi che bloccano tra loro e in sicurezza le carpenterie. Particolare attenzione va prestata al cassonetto superiore indicato in figura e disponibile in talune versioni. In genere questo cassonetto non è adatto a sopportare l'intero peso del quadro sottostante.

Deve perciò essere montato dopo aver sollevato il quadro (come indicato nella figura 11.17) e averlo posizionato in loco. Nell'ac-

Figura 11.16



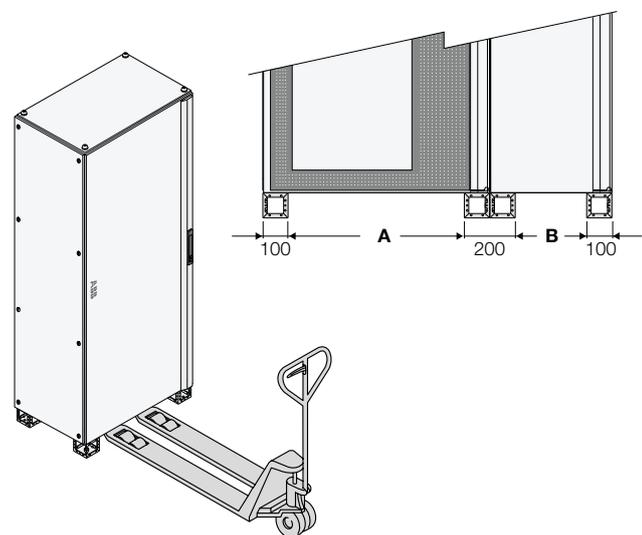
coppiamento di più scomparti emerge la necessità di rispettare le massime portate statiche, sia per garantire un'adeguata tenuta alle vibrazioni, sia per consentire un corretto sollevamento e trasporto sul luogo finale di destinazione. Solitamente i valori massimi consentiti sono più che sufficienti a soddisfare anche lo stipamento più gravoso, senza particolari accorgimenti.

In figura 11.16 sono riportati alcuni allestimenti anche di grandi dimensioni e pesi. Si nota che ciascun armadio può avere caricabilità, in peso, diverse e per ciascuna di queste configurazioni sono prescritti i relativi modi di ammassaggio, di tiraggio delle funi e di sollevamento.

Nella nuova norma CEI EN 61439-1 è stata prevista una specifica prova di verifica del sollevamento da eseguire in laboratorio.

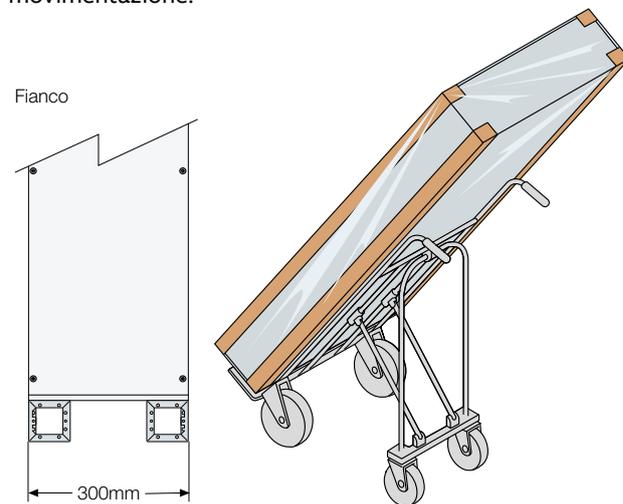
Figura 11.17

**Movimentazione tramite transpallet**



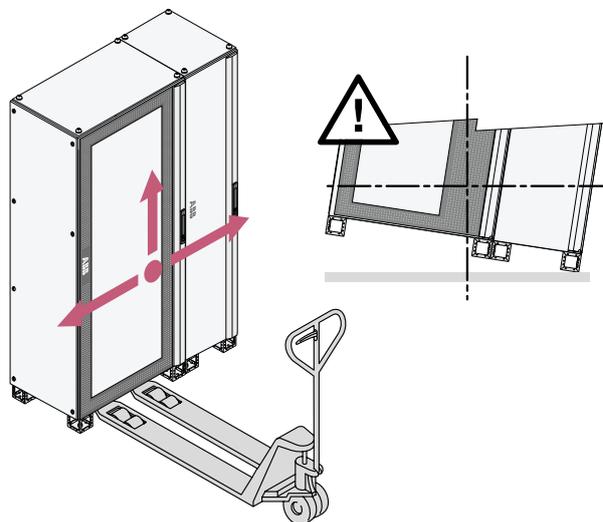
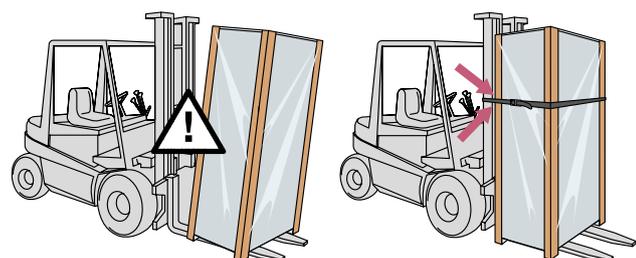
| Dimensioni       | A (mm) |
|------------------|--------|
| Larghezza 300mm  | 198    |
| Larghezza 400mm  | 298    |
| Larghezza 600mm  | 498    |
| Larghezza 800mm  | 698    |
| Larghezza 1000mm | 898    |
| Larghezza 1250mm | 1098   |

Per i quadri di profondità ridotta è consigliata la seguente movimentazione:



Nel caso di strutture L=800/1000mm (con vano cavi interno o esterno) contenenti sistema di barre, verificare il baricentro prima della movimentazione.

Per una maggiore sicurezza durante il trasporto tramite carrello elevatore, è consigliato l'ammarraggio del quadro al carrello elevatore.



Il quadro cablato e montato deve essere movimentato in sicurezza e con comodità, sia in uscita dall'officina del quadrista costruttore che in entrata dello stabile dove sarà installato.

A causa delle dimensioni e dei pesi, relativamente elevati, è bene seguire, a tal fine, opportune procedure e usare strumenti meccanici appositamente previsti, nonché porre particolare perizia durante gli spostamenti, al fine di controllare e ridurre al minimo gli sbilanciamenti, le vibrazioni, gli urti e i rischi di ribaltamento del quadro.

Gli spessori calibrati degli appoggi alla base delle carpenterie ABB SACE della serie ArTu e System pro E power permettono un agevole inserimento delle forche dei muletti per il sollevamento, che dovrà poi essere seguito da un doveroso bloccaggio in verticale del quadro agli stessi fianchi della forca della macchina (vedi figura 11.18).

L'assenza di sporgenze e di spigoli taglienti evita ogni ulteriore rischio di lesioni o contusioni al corpo degli operatori.

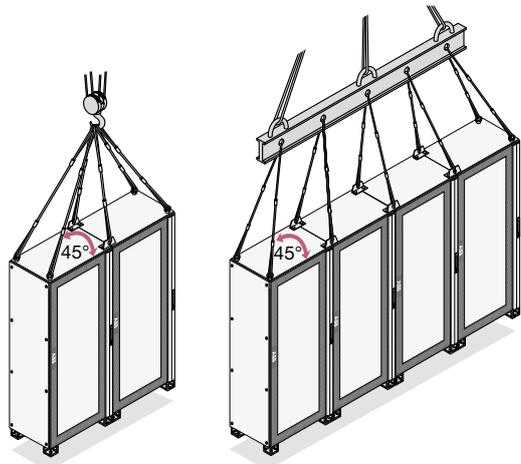
Figura 11.18

### Movimentazione tramite carroponete

Per la movimentazione tramite gru o carroponete, prima di sollevare il quadro verificare le seguenti condizioni:

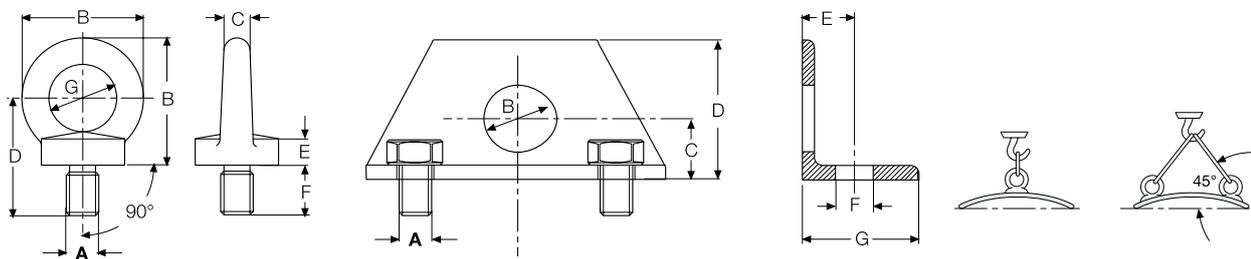
- ottimo stato delle funi o catene;
- l'angolo tra le funi di sollevamento e il tetto del quadro deve essere  $\geq 45^\circ$ ;
- numero massimo di colonne trasportabili 3;
- peso massimo sollevabile come da Norma DIN 580 (M12).

In caso di più colonne affiancate, per rispettare le condizioni precedentemente descritte, è possibile utilizzare una trave di sollevamento con caratteristiche appropriate.



### Norma DIN 580 riguardante elementi di collegamento meccanici (solo per golfari)

| Golfari                  |        | Rinforzi di sollevamento |        |        |        |        |               |               |                |
|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|----------------|
| A                        | B (mm) | C (mm)                   | D (mm) | E (mm) | F (mm) | G (mm) | Carico 1 (kg) | Carico 2 (kg) | Serraggio (Nm) |
| Golfari                  |        |                          |        |        |        |        |               |               |                |
| M12                      | 54     | 12                       | 28     | 10     | 22     | 30     | 340           | 240           | 8*             |
| Rinforzi di sollevamento |        |                          |        |        |        |        |               |               |                |
| M12                      | Ø40    | 37                       | 80     | 25     | Ø14    | 60     | 510           | 350           | 40             |



\* Serrare a mano, senza ausili meccanici, perché questo può provocare danni, riducendo la portata del golfare.

### 11.8 Interventi successivi sul quadro elettrico in esercizio

Durante la normale gestione e il normale impiego del quadro, definitivamente posizionato e in esercizio nell'impianto o a bordo macchina, possono essere necessari interventi, anche invasivi, sul quadro, dovuti a guasti, al normale invecchiamento dei componenti, a modifiche o ampliamenti di processo e altro ancora. Per tali necessità si può accedere al quadro per:

- ispezioni e operazioni similari:
  - ispezione a vista;
  - ispezione dei dispositivi di manovra e protezione;
  - regolazione di relè e sganciatori;
  - collegamenti e contrassegni di conduttori;
  - regolazione e ripristino;
  - sostituzione di fusibili;
  - sostituzione lampade di segnalazione;
  - misure (di tensione e di corrente, con strumenti idonei);
- manutenzione (anche su accordo tra costruttore-quadrista e utilizzatore-committente);
- lavori di ampliamento fuori e sotto tensione (Norme CEI 11-27, 11-48 e relative varianti).

A tal proposito si ricorda che le attuali norme CEI distinguono gli interventi di normale routine, quando ci si limita a manovre e comandi, dagli interventi di vero e proprio lavoro elettrico, quando l'operatore opera direttamente o in vicinanza di parti attive (fuori o sotto tensione) con conseguente rischio di folgorazione.

L'immagine allegata visualizza alcuni esempi dell'una e dell'altra delle suddette situazioni.

Dalle definizioni viste si capisce che, così come ABB SACE durante l'intero processo di fabbricazione degli interruttori, delle carpenterie e di altre parti ausiliarie, anche il quadrista costruttore del quadro, non svolge alcun lavoro elettrico. Infatti, in tali condizioni si manipolano parti metalliche ed isolanti che non sono ancora state alimentate; per cui, mancando il rischio di folgorazione, per definizione non si tratta di lavoro elettrico.

Figura 11.19

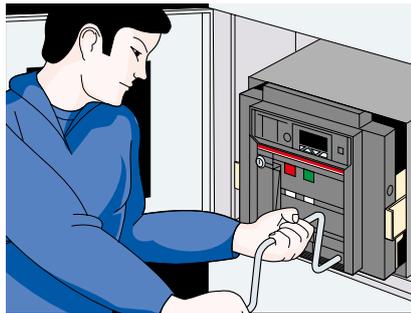
### Sono lavori elettrici

#### Riparazioni



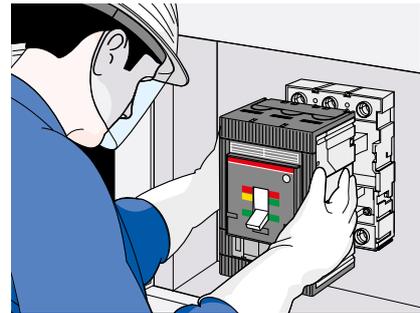
Quadro in tensione

#### Sostituzioni



Lavoro fuori tensione fatto secondo le procedure della CEI 11-27

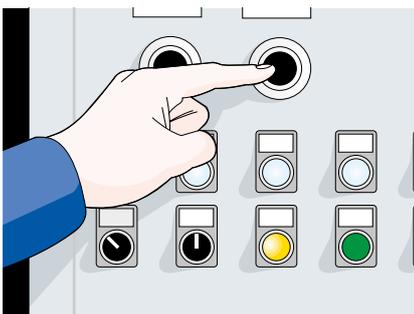
#### Sostituzioni



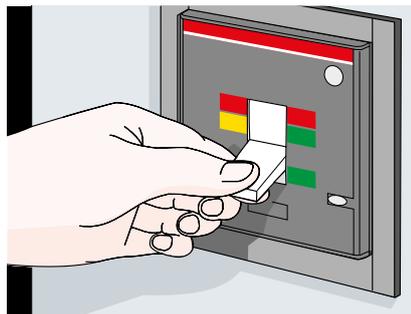
Quadro in tensione

### Non sono lavori elettrici

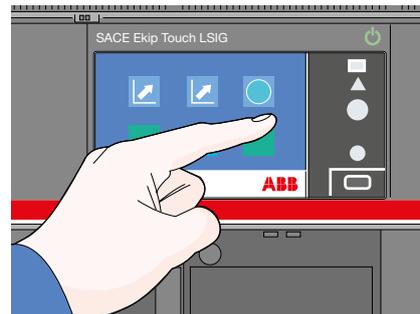
#### Comandi



#### Manovra di un interruttore



#### Regolazioni



## 12. Guida alla certificazione del quadro elettrico

### 12.1 La conformità normativa del quadro elettrico

ABB offre un sistema di quadri, sottoposto a una serie di prove, che permette di realizzare quadri a norma CEI, senza effettuare ulteriori prove di laboratorio ma solamente le verifiche individuali (collaudo del quadro). Per ottenere ciò è necessario utilizzare le carpenterie (con i relativi accessori), gli interruttori (modulari, scatolati e aperti), i sistemi di distribuzione ABB SACE e rispettare i criteri di scelta e le istruzioni di montaggio dei vari componenti.

Riassumiamo le verifiche previste dalla CEI EN 61439 a carico del costruttore originale e quelle aggiuntive a carico del costruttore finale del quadro.

Il primo (costruttore originale) effettua le verifiche di progetto (ex prove di tipo) che sono:

- Robustezza dei materiali e delle parti del quadro;
- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze d'isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni.
- Proprietà dielettriche;
- Sovratemperatura;
- Capacità di tenuta al cortocircuito;
- Compatibilità Elettromagnetica (EMC);
- Funzionamento meccanico.

Come visto, in alternativa o in aggiunta, il costruttore originale deriva il quadro attraverso il confronto, con il progetto originale verificato con prove, o tramite valutazione. Per approfondimenti vedere la Tabella 1.1 del quaderno tecnico.

Al secondo, il costruttore del quadro, restano le verifiche individuali (collaudo), che comprendono alcuni esami a vista e l'unica prova effettiva e strumentale, che è la verifica dielettrica (tensione di tenuta a 50 Hz e tensione di tenuta a impulso).

### 12.2 Principali verifiche a cura del costruttore originale

Verifica dei limiti di sovratemperatura

Ricordiamo che, dal punto di vista della verifica dei limiti di sovratemperatura, è possibile verificare il quadro tramite 1) prove con corrente (in laboratorio); 2) derivazione delle caratteristiche nominali da un progetto provato; 3) i calcoli (per quadri a scomparto singolo con corrente nominale non superiore a 630 A o per quadri con corrente nominale non superiore a 1600 A). Per i dettagli vedere il capitolo 7 del quaderno tecnico.

#### Verifica delle proprietà dielettriche

Come specificato dalla norma, non è richiesta l'esecuzione di questa prova di tipo sulle parti del quadro che hanno già subito una prova di tipo conforme alle Norme corrispondenti, se la tenuta dielettrica non è compromessa durante il montaggio.

Per quanto riguarda i Quadri ABB le proprietà dielettriche sono riportate nella tabella 12.1.

Queste proprietà sono da ritenere già verificate, a patto che vengano seguite in maniera corretta le istruzioni di montaggio.

Tabella 12.1

|                    |                       | Tensione nominale      | Tensione di isolamento | Tensione nominale di tenuta ad impulso |
|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|--|
| System pro E power |                       | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 12 kV                           |
| ArTu L             | Parete P = 200 mm     | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 6 kV                            |
|                    | Pavimento P = 250 mm  | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 8 kV                            |
| ArTu M             | Parete P = 150/200 mm | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 6 kV                            |
|                    | Pavimento P = 250 mm  | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 8 kV                            |
| ArTu K             |                       | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 12 kV                           |
| Casse SR2          |                       | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 6 kV                            |
| Quadri AM2         |                       | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 8 kV                            |
| Armadi IS2         |                       | fino 1000V CA/1500V CC | fino 1000V CA/1500V CC | fino a 12 kV                           |

**Verifica della tenuta al cortocircuito**

Alla tenuta al cortocircuito è dedicato il capitolo 8 del presente quaderno tecnico.

Come specificato dalla norma, non è necessaria la verifica della tenuta al cortocircuito:

1. quando la verifica risulta non necessaria consultando i diagrammi di flusso del paragrafo 8.1;
2. per i circuiti ausiliari del quadro previsti per essere collegati a trasformatori la cui potenza nominale non superi i 10 kVA con una tensione nominale secondaria che non sia inferiore a 110 V, oppure non superi 1,6 kVA con una tensione nominale

secondaria inferiore a 110 V, e la cui tensione di cortocircuito in entrambi i casi non sia inferiore al 4%.

In particolare, per i sistemi di distribuzione (vedi catalogo "System pro E power. Nuovi quadri di distribuzione fino a 6300A") la tenuta al cortocircuito è verificata dall'esito positivo dei diagrammi di flusso al paragrafo 8.3 e dalla corretta esecuzione delle istruzioni di montaggio.

Per le diverse tipologie di quadro sono da considerare verificate le seguenti caratteristiche:

Tabella 12.2

|                    |                       | Corrente nominale di breve durata $I_{cw}$ |             | Corrente nominale di picco $I_{pk}$ |
|--------------------|-----------------------|--|-------------|-------------------------------------|
|                    |                       | fase-fase                                  | fase-neutro |                                     |
| System pro E power |                       | 120 kA (1s) - 69 kA (3s)                   | 72 kA (1s)  | 264 kA                              |
| ArTu L             | Parete P = 200 mm     | 25 kA (1s)                                 | 9 kA (1s)   | 52.5 kA                             |
|                    | Pavimento P = 250 mm  | 25 kA (1s)                                 | 21 kA (1s)  | 74 kA                               |
| ArTu M             | Parete P = 150/200 mm | 25 kA (1s)                                 | 9 kA (1s)   | 52.5 kA                             |
|                    | Pavimento P = 250 mm  | 35 kA (1s)                                 | 21 kA (1s)  | 74 kA                               |
| ArTu K             |                       | 105 kA (1s) - 50 kA (3s)                   | 60 kA (1s)  | 254 kA                              |
| Armadi IS2         |                       | 65 kA (1s)                                 | 39 kA (1s)  | 143 kA                              |

**Verifica della tenuta al cortocircuito del circuito di protezione**

Tabella 12.3

|   |   |
|---|---|
| Verifica dell'effettiva connessione delle masse del quadro e del circuito di protezione | Rispettando le indicazioni di montaggio dei componenti metallici è verificata l'effettiva continuità elettrica tra le masse, con valori di resistenza trascurabili. |
| Tenuta al cortocircuito del circuito di protezione: fase-barra di terra                 | Rispettando le indicazioni di montaggio e le indicazioni di pag.78 e 79 della presente guida è verificata la tenuta al cortocircuito del circuito di protezione.    |

**Massima tenuta al corto fase-barra di terra per struttura**

|                    |                       |            |
|--------------------|-----------------------|------------|
| System pro E power |                       | 72 kA (1s) |
| ArTu L             | Parete P = 200 mm     | 9 kA (1s)  |
|                    | Pavimento P = 250 mm  | 21 kA (1s) |
| ArTu M             | Parete P = 150/200 mm | 9 kA (1s)  |
|                    | Pavimento P = 250 mm  | 21 kA (1s) |
| ArTu K             |                       | 60 kA (1s) |
| Armadi IS2         |                       | 39 kA (1s) |

**Verifica delle distanze d'isolamento**

Rispettando le istruzioni di assiemaggio e montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, sono garantite le distanze d'isolamento.

**Verifica del funzionamento meccanico**

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, il funzionamento meccanico è verificato.

**Verifica del grado di protezione**

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE sono verificati i seguenti gradi di protezione:

Tabella 12.4

|            |                       | Senza porta        | Con porta e pannelli laterali areati | Senza porta con kit IP41 | Con porta |
|------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------|
|            |                       | System pro E power | IP 30 / IP 31                        | IP 40 / IP 41            | -         |
| ArTu L     | Parete P = 200 mm     | IP 31              | -                                    | -                        | IP 43     |
|            | Pavimento P = 250 mm  | IP 31              | -                                    | -                        | IP 43     |
| ArTu M     | Parete P = 150/200 mm | -                  | -                                    | -                        | IP 65     |
|            | Pavimento P = 250 mm  | IP31               | -                                    | -                        | IP 65     |
| ArTu K     |                       | IP 31              | IP 41                                | IP 41                    | IP 65     |
| Casse SR2  |                       | -                  | -                                    | -                        | IP 65     |
| Quadri AM2 |                       | -                  | -                                    | -                        | IP 65     |
| Armadi IS2 |                       | -                  | -                                    | -                        | IP 65     |

### 12.3 Verifiche individuali (collaudo) a cura del costruttore del quadro

Le verifiche individuali, talvolta chiamate collaudo del quadro, prescritte e definite dalla norma CEI EN 61439-1, devono essere effettuate su tutti i quadri, a cura del costruttore finale, al termine dell'assemblaggio e del cablaggio del quadro.

Lo scopo di queste prove è di verificare eventuali difetti inerenti ai materiali o difetti di fabbricazione dei componenti e/o dell'assemblaggio del quadro.

Il buon esito delle verifiche individuali permette di redigere un rapporto di prova (verbale di collaudo) favorevole.

#### Procedura e modalità di esecuzione delle verifiche individuali

Il costruttore del quadro può formalizzare una procedura per quanto concerne:

- le condizioni di prova (personale addestrato, zona dell'officina destinata al collaudo, ecc.) e le misure di sicurezza;
- i documenti di riferimento (dossier tecnici, istruzioni per il montaggio, norme tecniche, ecc.);
- l'identificazione del materiale e controlli a vista, controlli meccanici ed elettrici;
- le prove dielettriche;
- la verifica dei mezzi di protezione e la verifica della continuità del circuito di protezione;
- la misura della resistenza di isolamento in alternativa alla prova dielettrica;
- la documentazione finale (rapporto di prova).

È importante sottolineare comunque che, pur essendo le verifiche individuali effettuate per norma nell'officina del costruttore del quadro o del quadrista/assemblatore, l'installatore non è esonerato dall'obbligo di accertarsi che il quadro dopo il trasporto e l'installazione non abbia subito danni o modifiche tali da non rispondere più ai requisiti già verificati durante le prove individuali.

#### Condizioni di prova e misure di sicurezza

All'interno dell'officina si raccomanda che i quadri pronti per le prove individuali siano posizionati in aree separate ove solo il personale qualificato può avere libero accesso.

Se ciò non fosse possibile, ad esempio per ragioni di spazio, la zona delle prove va delimitata da transenne, cartelli o barriere visibili.

Naturalmente le verifiche possono iniziare soltanto quando il montaggio è stato portato a termine.

Si raccomanda durante la verifica delle proprietà dielettriche, ad esempio nella prova di tensione applicata, di indossare i guanti isolanti in dotazione e utilizzare appositi puntali del tipo a pistola con punte retrattili. Il corpo e le braccia dell'operatore dovrebbero essere opportunamente protetti, salvo che si applichi tensione ad una adeguata distanza di sicurezza.

Di seguito si riportano alcune regole per effettuare le prove individuali in sicurezza.

#### Prima delle prove:

- posizionare il quadro in una zona adeguata;
- installare correttamente le barriere di protezione;
- effettuare correttamente i collegamenti di alimentazione al quadro (terra e alimentazione);
- effettuare i collegamenti annessi con gli stessi principi (interconnessione tra masse e collegamenti a terra);
- assicurarsi che i dispositivi di sicurezza utilizzati siano perfettamente funzionanti; (ad es. il pulsante di emergenza, i lampeggianti di segnalazione del pericolo, ecc.);
- assicurarsi che non siano presenti persone non autorizzate all'interno della zona riservata per le prove.

#### Durante le prove:

- in caso di sospensione anche temporanea delle prove, è necessario mettere fuori tensione l'apparecchiatura in prova;
- per le verifiche o misure elettriche sotto tensione è necessario che la persona preposta sia cosciente del pericolo, che gli strumenti di misura utilizzati rispondano ai requisiti di sicurezza e che siano utilizzati dispositivi di protezione adeguati (ad esempio guanti isolanti ecc.);
- non bisogna lasciare i cavi o la strumentazione elettrica al di fuori della zona di prova delimitata.

**Documenti di riferimento**

Gli elementi specifici del quadro da provare, ai quali il collaudatore può opportunamente riferirsi, sono gli schemi (unifilari, funzionali, sinottici, ecc.), i disegni (fronte quadro, ingombri, ecc.) e le specifiche particolari ricevute col quadro.

Il verificatore, oltre che all'ultima edizione delle norme tecniche alle quali il quadro è dichiarato conforme, può anche riferirsi alle norme CEI EN 60529 (gradi di protezione degli involucri), alla norma CEI 28-6 (regole per il coordinamento degli isolamenti).

**12.4 Le verifiche individuali secondo la CEI EN 61439-1**

Rappresentano l'ultimo intervento tecnico del quadrista prima della consegna del quadro finito e della relativa fatturazione e spedizione al committente. La norma le descrive in quest'ordine.

- **Grado di protezione degli involucri**  
Rappresenta la prima prova individuale prevista dalla norma CEI EN 61439-1.  
Essa si riduce di fatto ad un esame a vista.
- **Distanze d'isolamento in aria e superficiali**  
Normalmente le distanze d'isolamento superficiali sono, già a vista, abbondantemente superiori al necessario.  
Per le distanze d'isolamento in aria si consultano i valori definiti dalla norma (riportati nella Tabella 9.6, al paragrafo 9.2 di questo quaderno tecnico); per ulteriori dettagli si veda, al paragrafo 12.6 "Verifica individuale della tenuta a impulso".
- **Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione**  
È basata su un esame a vista e su alcune verifiche a campione dei serraggi meccanici .

La buona realizzazione del circuito di protezione viene accertata:

- visivamente (ad es. si accerta la presenza di dispositivi che assicurino il contatto ai fini della continuità del conduttore di terra, ecc.);
- meccanicamente (controllo dei serraggi delle connessioni, a campione);
- elettricamente (verifica della continuità del circuito).

Gli strumenti utilizzati sono un tester e una chiave dinamometrica.

- **Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti**  
Si verifica l'effettiva corrispondenza tra gli apparecchi installati e quelli previsti nel progetto del quadro.
- **Circuiti elettrici interni e collegamenti**  
Si richiede la verifica a campione del serraggio dei morsetti.
- **Terminali per conduttori esterni**  
Si controlla la corrispondenza tra cavi e morsetti come da schema di cablaggio.
- **Funzionamento meccanico**  
Si azionano a campione leve e pulsanti ed eventuali automatismi di manovra.
- **Proprietà dielettriche**  
Vedi il paragrafo 12.6.
- **Cablaggio, prestazione di condizioni operative e funzionalità**  
Si controlla la targhetta e, se necessario, si prova il funzionamento elettrico e gli eventuali interblocchi di sicurezza.

## 12.5 Approfondimenti in sede di collaudo

Ulteriori approfondimenti in sede di collaudo possono essere:

### Controlli a vista

Si effettuano visivamente tenendo presente:

- a) la conformità del quadro rispetto agli schemi, nomenclature, disegni e tipo degli scomparti, il numero e caratteristiche degli apparecchi, la sezione dei conduttori e la presenza di identificazioni su cavi ed apparecchi (siglature, dicitura delle targhe, ecc.);
- b) la presenza dei componenti che permettono di garantire il grado di protezione (tetti, guarnizioni) e l'assenza di difetti sul contenitore (tagli, forature che rischierebbero di compromettere il grado di protezione);
- c) la rispondenza alle prescrizioni specifiche, ove richieste dalla distinta di montaggio, come ad esempio:
  - il rivestimento o trattamento delle sbarre (resinatura, argentatura, ecc.);
  - il tipo di cavo (antifiamma, ecologico, ecc.);
  - il materiale sciolto di completamento;
  - il controllo della verniciatura (colore, spessore, ecc.).

### Controlli meccanici

Devono essere eseguiti secondo i documenti a corredo, con riferimento alle seguenti specifiche:

- corretto montaggio delle apparecchiature (sistemazione dei collegamenti e, a caso, esatto serraggio delle connessioni);
- posizionamento e chiusura delle bullonerie;
- blocchi e comandi meccanici (dispositivi di blocco inserzione, interblocchi meccanici, interblocchi con chiave e comandi manuali di traslazione degli interruttori di manovra e dei sezionatori utilizzando le leve e gli accessori di comando in dotazione al quadro);
- chiusura ed eventuali blocchi delle porte ed eventuali aderenze delle guarnizioni antipolvere alla struttura del quadro.

### Controlli elettrici

Le prove funzionali consistono nel verificare il corretto funzionamento di tutti i circuiti (elettrici ed elettromeccanici) simulando, per quanto possibile, le varie condizioni di esercizio dei quadri.

Ad esempio, le prove sui circuiti amperometrici e volt-metrici possono essere eseguite alimentando i circuiti secondari dei TA e TV, senza necessariamente sconnettere i TA dal circuito.

I controlli elettrici possono comprendere la verifica del corretto funzionamento dei circuiti e degli apparecchi ed in particolare:

- circuiti di comando, segnalazione, allarme, intervento, richiusura;
- circuiti d'illuminazione e riscaldamento, ove esistano;
- circuiti di protezione e misura (relè di max corrente, di tensione, di terra, differenziali, contattori, amperometri, voltmetri, ecc.);
- morsetti e contatti disponibili in morsettiera;
- dispositivi di sorveglianza dell'isolamento (si devono anche verificare le distanze di isolamento e le linee di fuga a livello dei collegamenti e adattamenti realizzati in officina).

Per eseguire i controlli, oltre ai normali attrezzi meccanici, utilizzati per l'assemblaggio, sono necessari strumenti elettrici. Si raccomanda una taratura periodica per ottenere dei risultati affidabili. Gli strumenti generalmente usati sono:

- un tester o multimetro;
- il banco di prova (in AC e in DC che alimenti il quadro nella prova di funzionamento sotto tensione);
- la chiave dinamometrica (per controllare che siano state applicate le giuste coppie di serraggio sulle connessioni) e utensili vari.

## 12.6 Approfondimento sulla verifica individuale dell'isolamento

Le prove dielettriche servono a verificare l'isolamento, la bontà dei materiali isolanti e la corretta esecuzione dei collegamenti dell'apparecchiatura in prova.

Durante il collaudo, per quadri oltre 250 A, si applica, per un secondo, la tensione di prova alla frequenza di 50 Hz, alle diverse polarità e con il valore efficace definito dalla norma (vedi le Tabelle 9.1 e 9.2 al paragrafo 9.1 del quaderno tecnico); si ricorda che per  $690 V < U_i \leq 800 V$  il valore della tensione di prova è 2000 V. Non si richiedono queste prove sui circuiti ausiliari protetti da

apparecchi con In fino a 16 A o che hanno già superato la prova di funzionamento elettrico.

### Verifica individuale con prova di tensione applicata

Sezionato a monte e a valle il quadro, si applica la tensione di prova con tutti gli apparecchi di protezione e manovra chiusi, oppure la tensione di prova deve essere applicata successivamente ai diversi circuiti del quadro.

Per questa prova si può utilizzare un generatore di tensione a frequenza industriale (dielettometro).

La prova è superata se durante l'applicazione della tensione non

Tabella 12.5

| Differenziali                                 |  |   |
|---|--|---|
| Interruttore                                  | Differenziale  | Operazione da compiere  |
| Tmax T1-T2-T3                                 | RC221  | Ruotare l'apposito selettore, posto sul fronte del relè, nella posizione di Test. Disconnettere la bobina YO2.  |
| Tmax T1-T2-T3 - T4-T5 (solo 4P)               | RC222  | Ruotare l'apposito selettore, posto sul fronte del relè, nella posizione di Test. Disconnettere la bobina YO2   |
| Tmax T3 e T4 (solo 4P)                        | RC223  | Ruotare l'apposito selettore, posto sul fronte del relè, nella posizione di Test. Disconnettere la bobina YO2   |
| SACE Tmax XT1-XT3                             | RC Sel 200*-RC Inst-RC Sel-RC B Type**<br>*solo per XT1<br>** solo per XT3 | Ruotare l'apposito selettore nella posizione di Test. Disconnettere la bobina YO2   |
| SACE Tmax XT2-XT4                             | RC Sel   | Ruotare l'apposito selettore nella posizione di Test. Disconnettere la bobina YO2   |
| SACE Tmax XT1-XT2-XT3-XT4                     | RCQ020/A   | Disconnettere tutti i cablaggi relativi ai morsetti dell'unità RCQ020/A   |
| Tmax T1..T7                                   | RCQ-RCQ020/A<br>(corrente nominale fino a 800 A)                           | Disconnettere tutti i cablaggi relativi ai morsetti dell'unità RCQ020   |
| Emax X1 (corrente nominale fino a 800 A)      | RCQ020/A   | Disconnettere tutti i cablaggi relativi ai morsetti dell'unità RCQ020   |
| Emax E1..E3 (corrente nominale fino a 2000A)  | RCQ  | Disconnetterlo manualmente  |
| Sganciatori elettronici                       |  |   |
| Interruttore                                  | Sganciatore  |   |
| Tmax T2-T4-T5-T6                              | PR221-PR222DS/P  | Nessuna operazione  |
|   | PR222DS/PD-PR223DS e EF  | Disconnettere, se presenti, i connettori posteriori X3 e X4   |
| SACE Tmax XT2-XT4                             | Famiglia Ekip  | Nessuna operazione  |
| Tmax T7 Esecuzione fissa                      | PR231-PR232  | Nessuna operazione  |
|   | PR331  | Disconnettere, se presenti, i cablaggi relativi a: T5, T6, K1, K2, W3, W4, 98S, 95S   |
|   | PR332  | Disconnettere, se presenti, i cablaggi relativi a: T5, T6, T7, T8, T9, T10, K1, K2, K11, K12, K13, K14, K15, K21, 98S, 95S, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13.  |
| Tmax T7 Esecuzione estraibile                 | PR231-PR232<br>PR331-PR332   | Portare l'interruttore in posizione di estratto   |
| Emax X1 Esecuzione fissa                      | PR331  | Disconnettere tutti i cablaggi relativi ai morsetti dell'unità RCQ020   |
|   | PR332-PR333  | Disconnettere, se presenti, i cablaggi relativi a: T5, T6, T7, T8, T9, T10, K1, K2, K11, K12, K13, K14, K15, K21, 98S, 95S, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13.  |
| Emax X1 Esecuzione estraibile                 | PR331-PR332-PR333  | Portare l'interruttore in posizione di estratto   |
| Emax E1-E6 Esecuzione fissa                   | PR121  | Disconnettere, se presenti i cablaggi relativi a: T5, T6, K1, K2, W3, W4  |
|   | PR122-PR123  | Disconnettere, se presenti, i cablaggi relativi a: T5, T6, T7, T8, K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13, D1, D2, D13, D14, R1, R2, 37, 38.     |
| Emax E1-E6 Esecuzione estraibile              | PR121-PR122-PR123  | Portare l'interruttore in posizione di estratto   |
| SACE Emax 2 (E1.2-E6.2) Esecuzione estraibile | Sganciatori Ekip Dip<br>Ekip Touch/Ekip Hi-Touch                           | Portare l'interruttore in posizione di estratto   |
| SACE Emax 2 (E1.2-E6.2) Esecuzione fissa      | Sganciatori Ekip Dip<br>Ekip Touch/Ekip Hi-Touch                           | Disconnettere, se presenti, i cablaggi o i terminali per connessioni ausiliarie relative a:<br>Ekip signaling 4K, S51, S33, M, YR, Trip Unit I/O, YU/YO2, YC, YO, Ekip Supply e tutti gli altri moduli a morsettiera. |

| Moduli di misura   |                              |  |
|--|------------------------------|--|
| Interruttore e sganciatore   | Modulo di misura             | Operazione da compiere   |
| Emax con PR122 o PR123<br>Esecuzione fissa                         | PR120/V                      | Ruotare il selettore sulla posizione indicata con "Insulating Test".             |
| Emax X1 con PR332 o PR333<br>Tmax T7 con PR332<br>Esecuzione fissa | PR330/V                      | Posizionare il selettore nella posizione di Test indicata con "Insulating Test". |
| SACE Emax 2 con Ekip Touch/Ekip Hi-Touch<br>Esecuzione fissa       | Ekip Measuring/Measuring Pro | Estrarre il modulo Ekip Measuring/Measuring Pro                                  |

si verificano né perforazioni né scariche superficiali.

Bisogna scollegare tutti gli apparecchi che assorbono corrente e per i quali l'applicazione delle tensioni di prova provocherebbe un danneggiamento (avvolgimenti, alimentatori, strumenti di misura, moduli di misura, interruttori differenziali elettronici, ecc.). Si devono inoltre disconnettere tutti gli accessori degli interruttori connessi direttamente alla rete (bobine di minima tensione, bobine di apertura, bobine di chiusura, moduli di misura, comandi a motore ecc.)

Per maggiori informazioni sulle indicazioni e le operazioni da compiere, per i dispositivi e gli accessori ABB Sace, fare riferimento ai rispettivi manuali tecnici di prodotto.

#### Verifica individuale della resistenza d'isolamento

In conformità con la norma CEI EN 61439-1, in alternativa alla prova di tensione applicata, limitatamente ai quadri fino a 250 A, è sufficiente la misura di un'opportuna resistenza elettrica d'isolamento.

La prova si effettua applicando tra i circuiti e la massa, una tensione di 500 V c.c. e l'esito è positivo se, per ciascun circuito provato, la resistenza d'isolamento è superiore di 1000 ohm/V, riferiti alla tensione nominale verso terra per ciascun circuito. Anche in questo caso, le apparecchiature, che assorbono corrente, devono essere scollegate.

Per la prova può essere utilizzato un apparecchio di misura di resistenza (megaohmmetro o megger).

#### Distanze d'isolamento in aria e superficiali

In sede di collaudo tale verifica si effettua confrontando le effettive distanze di isolamento in aria, tra le parti attive e tra le parti attive e la massa, con le minime distanze d'isolamento definite dalla norma. Se le distanze d'isolamento in aria:

- sono minori dei valori dati in Tabella 9.6, si deve eseguire una prova alla tensione di tenuta ad impulso (vedere il paragrafo 9.2 di questo documento);
- non risultano, mediante un esame a vista, evidentemente più grandi dei valori specificati in Tabella 9.6, la verifica deve essere eseguita con una misura fisica, utilizzando un'opportuna dima isolante, che deve "passare attraverso" le due parti metalliche attive. In alternativa si effettua una prova alla tensione di tenuta ad impulso (vedere il paragrafo 9.2 di questo quaderno);

#### 12.7 Documentazione finale e termine delle verifiche

A tutt'oggi in Italia non è codificata giuridicamente la figura specifica del quadrista elettrico.

Come per ABB SACE egli è un generico costruttore di manufatti, che deve realizzare a regola d'arte, targhettare, marcare CE (solo in Europa) e infine fatturare e vendere a un committente. La conformità alle norme tecniche (CEI EN 61439) non è obbligatoria ma è una condizione sufficiente ma non necessaria alla regola d'arte.

Il presente quaderno tecnico si fonda sulle norme e perciò propone soluzioni sufficienti per la regola d'arte.

Ai fini giuridici, il costruttore fornitore del quadro deve obbligatoriamente:

- realizzarlo a regola d'arte; la completa conformità a una norma tecnica armonizzata (es: CEI EN 61439-2) implica il rispetto della regola dell'arte e la marcabilità CE del quadro;
- targhetarlo e marcarlo CE (per forniture in Europa) in modo visibile e leggibile;
- allegargli i manuali d'uso e manutenzione dei componenti e del quadro stesso (sono in genere a corredo degli stessi);
- redigere e conservare (per almeno 10 anni) il fascicolo tecnico che contiene anche la dichiarazione di conformità. Il costruttore del quadro non è tenuto ma può consegnare in copia la dichiarazione al cliente. Essa deve essere conservata (per almeno 10 anni) insieme al fascicolo tecnico;
- redigerne e consegnarne adeguata fattura al committente.

In aggiunta le norme tecniche CEI EN 61439 richiedono per il quadro:

- il rispetto integrale delle procedure di progetto, montaggio e collaudo descritte nei fascicoli relativi (CEI EN 61439-1 più la norma specifica di prodotto relativa al tipo di quadro in oggetto);
- l'apposizione di una targhetta più ricca con, oltre al marchio CE, al nome del costruttore e alla matricola, anche l'anno di fabbricazione e la specifica norma tecnica di prodotto;
- in allegato una documentazione tecnica specifica riportante le caratteristiche, le prestazioni nominali e le altre raccomandazioni e indicazioni per un impiego ottimale;

Seppure non espressamente richiesto né dalle leggi né dalle norme, per testimoniare la qualità e la completezza, per il collaudo è utile adottare dei moduli, nei quali compaiano tutte le verifiche, anche di dettaglio. In questo modo si possono stralciare una per volta le varie voci per assicurarsi di avere compiuto tutte le operazioni richieste.

Un esempio di documentazione di collaudo, con riassunte le verifiche previste e, per ognuna di esse, l'esito ottenuto, per un quadro conforme alle CEI EN 61439, è riportato nell'appendice A.

## 13 Esempio di realizzazione di un quadro System pro E power

Questo paragrafo ha lo scopo di aiutare il quadrista e il progettista nella realizzazione di un quadro System pro E power di ABB SACE.

Per fare ciò si partirà dalla vista frontale di un quadro per arrivare, attraverso la selezione dei componenti, alla realizzazione del quadro ed alla relativa dichiarazione di conformità alla CEI EN 61439-2.

Caratteristiche del quadro, da capitolato, sono:

- quadro segregato (Forma 4b);
- IP 41;
- esposto a muro.

Supponiamo che venga richiesta la realizzazione di un quadro di distribuzione principale composto da un interruttore generale da 6300A e due uscite da 4000A e 3200A nominali.

In particolare:

- 1 Emax2 E6.2 6300 Ekip Dip LSIG 4p W -  $I_n$  6300 (interruttore generale del quadro QF1);
- 1 Emax2 E4.2 4000 Ekip Dip LSIG 4p W -  $I_n$  4000 (QF2);
- 1 Emax2 E4.2 3200 Ekip Dip LSIG 4p W -  $I_n$  3200 (QF3).

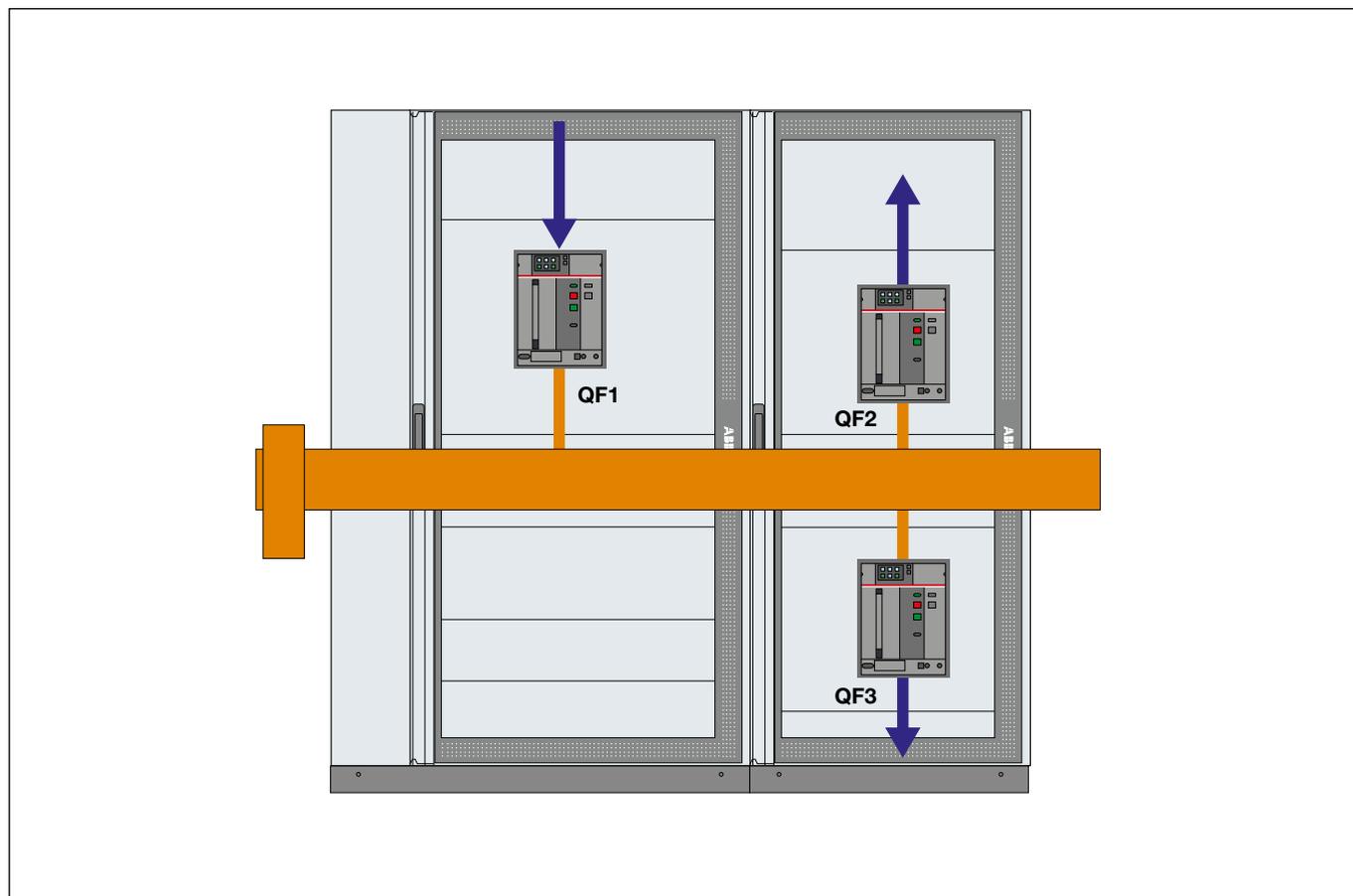
Per ragioni di selettività con gli interruttori dei quadri a valle si è scelto di utilizzare interruttori di tipo aperto in derivazione dalle sbarre.

La corrente di cortocircuito alle sbarre di distribuzione principale è pari a 120 kA.

Per quanto riguarda il posizionamento degli apparecchi è stato scelto di alloggiare l'interruttore generale in una colonna, e le due partenze in un'altra.

Una possibile disposizione delle barre e degli interruttori è riportata nella figura seguente:

Figura 13.1



### Sistema di distribuzione

Per quanto riguarda le barre interne al quadro, in prima approssimazione, si scelgono in funzione della taglia dell'interruttore:

#### Sistema barre di distribuzione principale

(interruttore QF1)

(Dal catalogo "System pro E power - Nuovi quadri di distribuzione fino a 6300A")

3xPBFC2001  $I_n=6300A$  (IP41)  $I_{cw} \max =120$  kA

#### Tratti di congiunzione tra interruttori e barre

(interruttori QF2, QF3).

Nel paragrafo 11.4 del presente quaderno tecnico sono riportate le sezioni delle barre per il collegamento degli interruttori.

E4.2 4000 sezione  $4 \times (100 \times 10)$

E4.2 3200 sezione  $3 \times (100 \times 10)$

Si deve inoltre rispettare la massima distanza di ancoraggio del primo setto. Si rimanda al paragrafo 11.3 del presente quaderno tecnico per informazioni sulla massima distanza (in mm) a cui posizionare il primo setto di ancoraggio, delle sbarre di distribuzione che si connettono all'interruttore, in funzione del tipo di interruttore e del picco ( $I_{pk}$ ) della corrente di cortocircuito massima ammissibile.

Barra di terra

Come indicato a pagina 44 e 45 del presente quaderno tecnico, la barra di terra deve avere una sezione minima pari a 1/4 della sezione delle barre principali. Si è scelta quindi un barra da 160x10.

### Carpenteria

Per quanto riguarda la carpenteria si utilizza un quadro della serie System pro E power con porta (IP41).

Per poter alloggiare gli interruttori, il sistema di barre e i cavi in uscita si utilizzano 2 colonne.

Per una corretta selezione della struttura si consiglia di consultare il catalogo "System pro E power - Nuovi quadri di distribuzione fino a 6300A" dove:

- per alloggiare interruttori SACE Emax E6.2 è necessario un quadro di profondità 900mm, larghezza 1250mm e un kit per l'installazione PVGE6230

Come specificato nel catalogo "System pro E power - Nuovi quadri di distribuzione fino a 6300A" la struttura deve essere completata con i kit di affiancamento (PSBS0065).

**Conformità alla Norma CEI EN 61439-2**

È necessario verificare la conformità del quadro alla norma CEI EN 61439-2.

**Verifica termica del quadro**

Con riferimento al paragrafo 10.10.3 della CEI EN 61439-1, essendo la configurazione del quadro da realizzare simile a quella di un quadro testato con le prove di laboratorio e, in particolare, avendo:

- lo stesso tipo di costruzione come quello usato per la prova;
- maggiori o uguali dimensioni esterne di quelle usate per la prova;
- le stesse condizioni di raffreddamento di quelle usate per la prova (convezione naturale e stesse aperture di ventilazione);
- la stessa forma di segregazione interna di quella usata per la prova;
- minore o uguale potenza dissipata nello stesso scomparto di quella usata per la prova.

i limiti di sovratemperatura risultano verificati.

**Verifica delle proprietà dielettriche**

Le proprietà dielettriche del quadro in esame sono le stesse dichiarate dal sistema System pro E power a patto che siano seguite in maniera corretta le istruzioni di montaggio dei singoli componenti.

A tal fine tocca all'assemblatore curare attentamente il posizionamento a regola d'arte di ogni singola parte, fornita sciolta e con i relativi supporti per il fissaggio.

Si ricorda che all'aumentare della forma di segregazione si riducono proporzionalmente gli spazi di montaggio interni e che l'impiego di parti estranee (pezzi metallici fatti su misura, eventuali contenitori o fascette metalliche di blocco) nonché l'inserimento di componenti elettrici con involucri metallici (schede, motorini, video, schermature e altro) possono ridurre o compromettere la tenuta dielettrica del complesso.

Per verificare le specifiche di prodotto ABB SACE ha effettuato le opportune prove di verifica sia in corrente alternata alla frequenza di 50 Hz che all'impulso, ottenendo le seguenti prestazioni:

- Tensione nominale  $U_n = 400$  V;
- Tensione d'isolamento  $U_i = 1000$  V;
- Tensione nominale di tenuta a impulso  $U_{imp} = 12$  kV.

**Verifica della tenuta al cortocircuito**

Con le scelte effettuate per le barre e per gli interruttori, e seguendo in maniera corretta le istruzioni di montaggio, la tenuta al cortocircuito è verificata fino al valore dichiarato a catalogo. Oltre alle distanze di fissaggio tra le barre e tra i relativi portabarre, occorre rispettare correttamente anche i serraggi meccanici tra barre e portabarre, verificando che siano compresi tra il minimo e il massimo richiesti. Si ricorda inoltre di rispettare le massime distanze di cablaggio ammissibili tra il morsetto d'ingresso o uscita degli apparecchi e il primo portabarre; tali distanze sono riportate al paragrafo 11.3 del presente documento. Nel caso in oggetto non si richiedono particolari derivazioni per confronto con il progetto di riferimento provato, giacché risulta sufficiente la tenuta di breve durata dell'allestimento che arriva fino a un valore di  $I_{cw}$  pari a:  $I_{cw} = 120$  kA.

Verifica della tenuta al cortocircuito del circuito di protezione  
Rispettando le indicazioni di montaggio dei componenti metallici è verificata l'effettiva continuità elettrica tra le masse, con valori di resistenza trascurabili.

Se, come da progetto, si sceglie una sezione della barra di terra applicando la tabella della norma o calcolandola nel rispetto del massimo  $I^2t$  dei materiali, si verifica la tenuta al cortocircuito anche del circuito di protezione.

#### **Verifica delle distanze d'isolamento**

Rispettando le istruzioni di assiemaggio e montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, allegate a ciascun prodotto, sono garantite le adeguate distanze d'isolamento.

In ogni caso il collaudo a fine montaggio permetterà di scoprire, e correggere se necessario, eventuali errori di posizione e di distanziamento sia tra le parti attive che verso massa.

Si raccomanda tale controllo soprattutto nel caso di allestimenti in forma tre e quattro.

#### **Verifica del funzionamento meccanico**

Si tratta di una delle prove individuali che verificano la correttezza dei collegamenti che alimentano i sistemi di telecomando, regolazione e sicurezza vitali per il quadro, per l'impianto o la macchina.

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie e degli interruttori ABB SACE, il funzionamento meccanico è verificato.

#### **Verifica del grado di protezione**

Attenendosi alle istruzioni di montaggio delle carpenterie, degli interruttori e delle relative cornici, guarnizioni e passacavi a corredo delle apparecchiature di ABB SACE si può ottenere un grado IP fino a IP65.

#### **Verifica della continuità**

La norma CEI EN 61439 prescrive di mettere a terra tutte le masse presenti e accessibili del quadro. Durante il collaudo un approfondito esame a vista deve essere compiuto su tali collegamenti, che possono essere imbullonati, saldati o altro.

Da anni il sistema System pro E power soddisfa appieno tale esigenza mediante un unico collegamento a massa della carpenteria (in genere lungo uno dei montanti).

Infatti, il semplice fissaggio meccanico tra i pannelli, i coperchi, le targhe, i golfari, ecc. per mezzo di viti e bulloni, provato appositamente in laboratorio, è considerato più che sufficiente anche ai fini della continuità galvanica verso terra.

In tal modo si superano elegantemente i problemi di corrosione, di contatto, di trasmissione del potenziale zero di sicurezza a tutte le parti pericolose.



## Appendice A: moduli per la dichiarazione di conformità e collaudo

### DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE SECONDO CEI EN 61439-2 (CEI EN 61439-2)

La ditta .....

Con sede a .....

Costruttrice del quadro.....

.....

Dichiara, sotto la propria responsabilità, che il quadro sopra descritto è stato realizzato a regola d'arte e conformemente a tutte le specifiche previste dalla Norma CEI EN 61439-2.

Dichiara inoltre di avere utilizzato componenti ABB SACE, di avere rispettato i criteri di scelta e le istruzioni di montaggio indicati sui relativi cataloghi e fogli istruzione e di non avere compromesso in alcun modo, durante il montaggio o attraverso modifiche, le prestazioni del materiale utilizzato, dichiarate sui già citati cataloghi.

Tali prestazioni e le verifiche effettuate consentono quindi di dichiarare la conformità del quadro in questione alle seguenti richieste della norma:

**Richieste di Costruzione:**

- Robustezza dei materiali e delle parti del quadro;
- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze d'isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni

**Richieste di prestazione:**

- Proprietà dielettriche;
- Sovratemperatura;
- Capacità di tenuta al cortocircuito;
- Compatibilità Elettromagnetica (EMC);
- Funzionamento meccanico.

Dichiariamo infine, sotto la nostra responsabilità, di aver effettuato con risultato positivo tutte le prove individuali previste dalla norma e precisamente:

**Specifiche di costruzione:**

- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze di isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni;
- Funzionamento meccanico

**Specifiche di prestazione:**

- Proprietà dielettriche;
- Cablaggio, prestazione di condizioni operative e funzionalità

Data e Luogo .....

.....

Firma.....

(nome completo e funzione della persona incaricata di firmare per conto del costruttore)

**CERTIFICATO DI COLLAUDO  
QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE - SECONDO LE PROVE  
INDIVIDUALI PREVISTE DALLA NORMA CEI EN 61439-2 (IEC 61439-2)**

La ditta .....  
Con sede a .....  
Costruttrice del quadro.....  
.....

rilascia il

**CERTIFICATO DI COLLAUDO**

attestando con il presente documento di aver eseguito tutte le verifiche tecniche previste dalle norme applicabili al prodotto ed in particolare quelle della Norma CEI EN 61439-2 (Classificazione CEI EN 61439-2), nonché di aver adempiuto a tutti gli obblighi giuridici e normativi richiesti dalle vigenti disposizioni.

Data e Luogo .....  
.....

Firma.....  
(nome completo e funzione della persona incaricata di firmare per conto del costruttore)

**DICHIARAZIONE CE DI CONFORMITÀ  
 QUADRI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE SECONDO CEI EN 61439-2  
 (IEC 61439-2)**

La ditta .....

Con sede a .....

Costruttrice del quadro.....

.....

Dichiara, sotto la propria responsabilità, che il quadro

tipo .....

n° di serie .....

norma di riferimento CEI EN 61439-2

anno di apposizione della marcatura .....

risulta in conformità con quanto previsto dalle seguenti direttive comunitarie (comprese le ultime modifiche), nonché con la relativa legislazione nazionale di recepimento

| Riferimento n°               | Titolo  |
|------------------------------|---|
| La Direttiva 2006/95/CE,     | Direttiva bassa tensione                                |
| La Direttiva EMC 2004/108/CE | Direttiva compatibilità elettromagnetica <sup>(1)</sup> |

e che sono state applicate le seguenti norme armonizzate

| codice norma   | edizione | titolo  |
|----------------|----------|---|
| CEI EN 61439-1 | 2012-02  | Norma CEI EN 61439-1<br>Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1:<br>Regole Generali |
| CEI EN 61439-2 | 2012-02  | NORMA CEI EN 61439-2<br>Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione Parte 2: Quadri di potenza                 |

<sup>(1)</sup> Omettere questa Direttiva nei casi in cui l'accordo con la stessa non è richiesto

Data e Luogo .....

.....

Firma.....

(nome completo e funzione della persona incaricata di firmare per conto del costruttore)

**CHECK-LIST PROVE INDIVIDUALI**

Cliente.....

Impianto .....

Commessa/Quadro: .....

| <b>Operazioni di controllo</b>   | <b>Verificato</b>      | <b>Esito</b>        | <b>Operatore</b> |
|--|------------------------|---------------------|------------------|
| <b>1) Costruzione</b>  |                        |                     |                  |
| a) grado di protezione dell'involucro  |                        |                     |                  |
| b) distanze di isolamento in aria e superficiali                                 |                        |                     |                  |
| c) protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione |                        |                     |                  |
| d) installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti                    |                        |                     |                  |
| e) circuiti elettrici interni e collegamenti                                     |                        |                     |                  |
| f) terminali per conduttori esterni  |                        |                     |                  |
| g) funzionamento meccanico   |                        |                     |                  |
| <b>2) Prestazione</b>  |                        |                     |                  |
| a) proprietà dielettriche;   |                        |                     |                  |
| b) cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità.                |                        |                     |                  |
| <b>Verifica effettuata:</b>  | Durante l'assemblaggio | Dopo l'assemblaggio |                  |
|  |                        |                     |                  |

## RAPPORTO DI PROVA INDIVIDUALE (COLLAUDO)

Cliente.....

Impianto .....

N° d'ordine .....

Tipo e identificazione del quadro

Disegno d'assieme .....

Schema funzionale .....

Altri schemi.....

Tensione nominale di impiego.....

Corrente nominale del circuito d'ingresso .....

Prove individuali effettuate secondo la Norma CEI EN 61439-2

|  | <b>Esito</b> |
|--|--------------|
| - grado di protezione dell'involucro;  |              |
| - distanze di isolamento in aria e superficiali;                                 |              |
| - protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione; |              |
| - installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;                    |              |
| - circuiti elettrici interni e collegamenti;                                     |              |
| - terminali per conduttori esterni;  |              |
| - funzionamento meccanico.   |              |
| - proprietà dielettriche;  |              |
| - cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità.                 |              |

Prove effettuate presso .....

Alla presenza del Sig. ....

Il quadro in oggetto, avendo superato le prove sopra elencate,  
risulta conforme alla Norma CEI EN 61439-2

## Quaderni di Applicazione Tecnica

Tutti i seguenti Quaderni di Applicazione Tecnica possono essere scaricati in PDF al link:  
<http://new.abb.com/low-voltage/products/circuit-breakers/documentation>

QT1

**La selettività in bassa tensione  
con interruttori ABB**

QT8

**Rifasamento e filtraggio delle  
armoniche negli impianti elettrici**

QT2

**Cabine MT/BT: teoria ed esempi di  
calcolo di cortocircuito**

QT9

**La comunicazione via Bus con gli  
interruttori ABB**

QT3

**Sistemi di distribuzione e  
protezione contro i contatti  
indiretti ed i guasti a terra**

QT10

**Impianti fotovoltaici**

QT4

**Gli interruttori ABB nei quadri di  
bassa tensione**

QT11

**Guida alla realizzazione di un  
quadro elettrico secondo le Norme  
CEI EN 61439 Parti 1, 2, 3 e 5**

QT5

**Interruttori ABB per applicazioni in  
corrente continua**

QT12

**Generalità sui sistemi navali e sulle  
installazioni di bordo**

QT6

**Quadri per bassa tensione a  
tenuta d'arco interno**

QT13

**Impianti eolici**

QT7

**Il motore asincrono trifase.  
Generalità ed offerta ABB per il  
coordinamento delle protezioni**

QT14

**Faults in LVDC microgrids with  
front-end converters**

QT15

**Le cabine di trasformazione MT/BT  
(utenti passivi)**

QT22

**Interruttori di media tensione per  
generatore**

QT16

**La sicurezza elettrica negli  
impianti di media tensione**

QT23

**La manovra dei condensatori in  
media tensione**

QT17

**Le smart grid. 1. Introduzione**

QT24

**Applicazioni della corrente  
continua in media tensione**

QT18

**Le smart grid. 2. La cabina  
secondaria "smart"**

QT25

**La compatibilità elettromagnetica:  
teoria e accorgimenti applicativi  
in MT**

QT19

**Le smart grid. 3. La norma IEC  
61850**

QT20

**Criteri di installazione ed esercizio  
per i quadri elettrici di media  
tensione**

QT21

**Criteri di protezione delle reti  
elettriche di media tensione**





—

## **ABB SACE**

**Una divisione di ABB S.p.A.**

### **Servizio Clienti ABB SACE**

Per ricevere informazioni sui prodotti di Bassa Tensione:

**Numero Verde 800.55.1166**

attivo tutti i giorni da lunedì al sabato dalle ore 9.00 alle ore 19.00.

Per tutte le informazioni legate a ordini di vendita e consegne di prodotti di Bassa Tensione:

**Customer Support 02 2415 2415**

attivo tutti i giorni dalle ore 8.00 alle ore 18.00.

Sabato e Domenica dalle ore 9.00 alle ore 17.00.

**[www.abb.it/lowvoltage](http://www.abb.it/lowvoltage)**

Ci riserviamo il diritto di apportare modifiche tecniche o al contenuto di questo documento senza preavviso. ABB non si assume alcuna responsabilità per la presenza di possibili errori o informazioni insufficienti in questo documento.

Tutti i diritti di questo documento, dei testi e delle illustrazioni nello stesso contenuti sono riservati. In assenza di autorizzazione scritta preventiva di ABB, è vietata qualsiasi riproduzione, divulgazione a terzi o l'utilizzo – parziale o totale – dei contenuti di questo documento.

