COMITATO
ELETTROTECNICO
ITALIANO

Progetto CEI 121-5

PRJ-3568

data di pubblicazione: 2025-11

data di scadenza: 12-01-2026

Guida alla normativa applicabile ai quadri elettrici di bassa tensione e riferimenti legislativi

Guide for standards applicable to the low-voltage assemblies and legislative references

INCHIESTA PUBBLICA

Sommario

La presente Guida, preparata da un gruppo di esperti del CEI, fornisce i criteri per facilitare la corretta applicazione della normativa dei quadri di bassa tensione ed evidenzia gli aspetti principali e/o critici per l'applicazione delle Norme. La Guida è rivolta a tutti gli operatori del settore: committenti, progettisti, costruttori, installatori, verificatori e utilizzatori. Essa non ha lo scopo o la pretesa di sostituire le norme considerate, che rimangono i documenti di riferimento fondamentali. Sono prese in considerazione le tematiche legislative riguardanti i quadri di bassa tensione, evidenziati i principali cambiamenti introdotti dalle ultime edizioni pubblicate delle Norme della serie CEI EN IEC 61439 ed aggiornati di conseguenza i due esempi di realizzazione di quadri di distribuzione con la relativa documentazione necessaria per la progettazione, costruzione, realizzazione, verifica e messa in servizio dei quadri: fronte quadro, schemi, dati di ingresso, dichiarazioni di conformità, verifiche di progetto con i calcoli per la verifica delle sovratemperature ed il collaudo del quadro. Infine, sono indicate le istruzioni per la messa in servizio e la manutenzione. La Guida segue l'impostazione della serie di Norme CEI EN IEC 61439 e dedica spazio anche alle altre Norme del Sottocomitato 121B relative agli involucri vuoti, all'arco interno e alla prova di riscaldamento, oltre alla Norma nazionale CEI 23-51 sui quadri di distribuzione per impianti domestici e alla Norma CEI EN 60204-1 sull'equipaggiamento elettrico delle macchine per le prescrizioni che contiene sui quadri per macchina. È stato poi aggiunto un capitolo sulla progettazione ed installazione dei quadri di bassa tensione in ambienti soggetti a rischio sismico, in accordo alla Guida CEI 0-23. Sono inoltre riportate informazioni relative al mercato nordamericano e una serie di quesiti con relativa risposta. La presente Guida sostituisce completamente la Guida CEI 121-5 (2015-07) e successive Varianti.

Tutti gli interessati possono inviare i propri commenti ai documenti in Inchiesta Pubblica utilizzando il modello (template) liberamente scaricabile alla sezione “Attività Normativa - inchieste pubbliche” sul sito https://www.ceinorme.it/adempimenti-al-regolamento-ue-1025-2012/inchieste-pubbliche/.

I commenti saranno inviati al Comitato Tecnico CEI competente e verranno tenuti in considerazione anche per esprimere una posizione CEI nelle sedi opportune. Le osservazioni dovranno pervenire al CEI entro la data di scadenza dell’inchiesta pubblica indicata per ciascun Progetto. Tale documento, in formato Microsoft Word compilato come previsto in ogni sua parte va inviato tramite e-mail all’indirizzo dt@ceinorme.it .

I destinatari della presente bozza sono invitati a presentare, insieme ai loro commenti, notifica di eventuali diritti su brevetti pertinenti, di cui sono a conoscenza, e di fornire documentazione a supporto.

© **CEI** COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO - Milano 2025. Riproduzione vietata
Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente Documento può essere riprodotta, messa in rete o diffusa con un mezzo qualsiasi senza il consenso scritto del CEI. Concessione per utente singolo. Le Norme CEI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di varianti. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell’ultima edizione o variante.

GUIDA ALLA NORMATIVA APPLICABILE AI QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE E RIFERIMENTI LEGISLATIVI

1 Norme applicabili e riferimenti legislativi

NOTA L'elenco delle norme applicabili e dei riferimenti legislativi non è esaustivo.

1.1 Norme applicabili

Le principali Norme relative ai quadri di bassa tensione sono le seguenti:

– **Norma CEI EN IEC 61439-1:2022** - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali". Questa Norma tratta le "regole generali" per tutti i tipi di quadri. Essa non può essere utilizzata da sola per specificare un quadro e determinarne la conformità ma deve essere utilizzata congiuntamente con la Norma del quadro realizzato (in targa va riportata la Norma di riferimento del quadro realizzato, ad es. CEI EN IEC 61439-2 o CEI EN IEC 61439-3).

– **Norma CEI EN IEC 61439-2:2021** - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza". Va letta congiuntamente con la Parte 1 che tratta le regole generali e a cui si rimanda per le modalità di applicazione. Essa definisce i "quadri di potenza" la cui tensione non è superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua. I quadri sono utilizzati per distribuire e controllare l'energia per tutti i tipi di carichi previsti per applicazioni industriali, commerciali e applicazioni similari e sui quali non sono previste operazioni da parte di persone comuni.

– **Norma CEI EN IEC 61439-3:2025** - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni (DBO)". Va letta congiuntamente con la Parte 1 a cui si rimanda per le modalità di applicazione. La Norma definisce le prescrizioni particolari per i quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni. La tensione verso terra assegnata non è superiore a 300 V c.a. e la corrente nominale del quadro non è superiore a 250 A, con corrente dei circuiti di uscita non superiore a 125 A. In Italia rimane ancora valida la Norma CEI 23-51 per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri per installazioni fisse per uso domestico e similare con corrente nominale in entrata fino a 125 A.

– **Norma CEI EN IEC 61439-4: 2025** - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere". Questi quadri sono destinati all'uso nei cantieri, sia all'interno che all'esterno. La Norma non si applica ai quadri destinati ad essere utilizzati nei centri amministrativi dei cantieri (uffici, guardaroba, sale riunione, mense, ristoranti, dormitori, gabinetti, ecc.). Va letta congiuntamente con la Parte 1 a cui si rimanda per le modalità di applicazione.

– **Norma CEI EN IEC 61439-5: 2024** - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 5: Prescrizioni particolari per apparecchiature di distribuzione in reti pubbliche". Va letta congiuntamente con la Parte 1 a cui si rimanda per le modalità di applicazione. La Norma si applica ai quadri e alle cassette di tipo fisso adatte per installazione in una rete pubblica che riceve energia elettrica da una o più alimentazioni e la distribuisce attraverso uno o più cavi ad un'altra apparecchiatura.

– **Norma CEI EN 61439-6:2013** - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 6: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre". Va letta congiuntamente con la Parte 1 a cui si rimanda per le modalità di applicazione. La Norma si applica ai condotti sbarre ed ai loro componenti per la trasmissione, distribuzione e conversione dell'energia elettrica, nonché per il comando e controllo delle apparecchiature che utilizzano energia elettrica. I condotti sbarre sono installati in edifici commerciali, pubblici, agricoli, industriali e possono essere utilizzati anche in particolari condizioni di esercizio, come sulle navi, sui treni, in ambienti residenziali o sulle macchine purché siano conformi anche alle prescrizioni relative all'applicazione specifica. La Norma non si applica ai binari elettrificati soggetti alla Norma CEI EN 60570.

Inchiesta pubblica

- **Norma CEI EN IEC 61439-7:2024 -** "Quadri per installazioni particolari in luoghi pubblici quali porti, campeggi, mercati e per stazioni di ricarica per veicoli elettrici". Va letta congiuntamente con la Parte 1 a cui si rimanda per le modalità di applicazione. Tratta le prescrizioni particolari per i quadri nei luoghi pubblici come i campeggi, i moli per imbarcazioni, i mercati, ecc.; inoltre si applica anche ai quadri per carica batteria per veicoli elettrici.
- **Rapporto Tecnico CEI IEC/TR 61439-0:2024** - "Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 0: Guidance to specifying assemblies". Si tratta di una guida per la specifica dei quadri di bassa tensione ed aiuta il prescrittore a scegliere e definire in modo appropriato le caratteristiche del quadro utilizzando un approccio funzionale. Il Rapporto Tecnico è disponibile solo nella versione originale IEC.

Di seguito si riportano altre norme di riferimento per i quadri elettrici di bassa tensione.

- **Norma CEI EN IEC 62208:2024** - "Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali". La Norma si applica agli involucri vuoti, come forniti dal relativo costruttore, prima che il quadrista realizzi il quadro inserendo gli apparecchi di protezione e di manovra.
- **Norma CEI EN 50274:2002 -** "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche - Protezione dal contatto diretto accidentale con parti pericolose". La Norma riporta in dettaglio le modalità di costruzione di un quadro affinché persone esperte o avvertite possano effettuare operazioni semplici all'interno di un quadro di bassa tensione come ad es. il ripristino di un relè termico, senza effettuare le procedure dei lavori sotto tensione. Si noti come questa Norma faccia riferimento alla 60439-1.
- **Norma CEI IEC/TR 60890:2024** - "Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)". La Norma stabilisce un metodo di calcolo, sostitutivo alla prova di riscaldamento, applicabile a quadri o a scomparti di quadro senza ventilazione forzata. Il metodo permette di determinare la sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro. Il Rapporto Tecnico IEC TR 60890 aggiornato ed allineato con la nuova serie CEI EN IEC 61439 è stato pubblicato da IEC (Edizione 3, 09-2022, recepito da CEI con edizione 05-2024 in lingua inglese) ma non è ancora recepito da CENELEC.
- **Norma CEI 23-51:2016** - "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare". Si applica ai centralini per installazioni fisse per uso domestico e similare con corrente nominale in entrata fino a 125 A e tensione alternata o continua fino a 440 V; essi sono realizzati da installatori con involucri classificati GP (uso generale) secondo la Norma CEI EN IEC 60670-24 ed apparecchi (dispositivi di protezione, prese a spina, ecc. che consumano una potenza significativa).
- **Norma CEI EN 60204-1:2018** - "Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali". La Norma riguarda l'equipaggiamento elettrico delle macchine di cui il quadro elettrico fa parte, Questa Norma consente anche di avvalersi della serie di Norme sui quadri CEI EN IEC 61439.
- **Rapporto Tecnico CEI IEC/TR 61641:2016** - "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto ad un guasto interno", Il presente Rapporto Tecnico fornisce indicazioni sui metodi di prova dei quadri in condizioni d'arco in aria dovuto a un guasto interno, al fine di valutarne la loro attitudine nel limitare i danni al loro interno ed il rischio di lesioni alle persone, nonché valutare la loro idoneità ad un ulteriore servizio. La procedura di prova riportata nel presente Rapporto Tecnico si applica alle apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione in involucro, a pavimento o a parete, conformi alla Norma CEI EN IEC 61439-2 (Quadri di potenza - Quadri PSC), nelle situazioni in cui porte o pannelli del quadro sono chiusi e correttamente fissati. Inoltre, prende in considerazione gli effetti della sovrapressione interna che agisce sui pannelli e sulle porte, nonché gli effetti termici dell'arco, o delle sue radici, sugli involucri, e gli effetti dei gas caldi e delle particelle incandescenti emesse.

inchiesta pubblica

– **Norma CEI IEC/TS 63107:2023** - "Integrazione di sistemi di mitigazione dell'arco interno in quadri elettrici di potenza conformi alla CEI EN IEC 61439-2". Questo documento stabilisce le prescrizioni per l'integrazione e il collaudo dei sistemi di mitigazione dell'arco interno (IAMS -internal arc-fault mitigation system) nelle apparecchiature di comando e controllo di potenza a bassa tensione, secondo la Pubblicazione CEI EN IEC 61439-2, per dimostrarne il corretto funzionamento.

– **Norma CEI EN 60865-1:2013** - "Correnti di cortocircuito - Calcolo degli effetti Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo". La presente Parte 1 della Norma EN/IEC 60865 si applica agli effetti meccanici e termici delle correnti di cortocircuito. Essa include delle procedure normalizzate per il calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito, suddivisi in: - effetti elettromagnetici sui conduttori rigidi e sui conduttori flessibili; - effetti termici sui conduttori nudi e sul materiale elettrico. In questa Norma vengono trattati esclusivamente i sistemi in corrente alternata. Per sistemi in corrente continua si faccia riferimento alla CEI EN 61660-2.

– **Rapporto Tecnico CEI IEC/TR 63482:2024** - "Manutenzione delle apparecchiature e delle apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione". Questo Rapporto Tecnico si occupa della manutenzione di apparecchiature e di apparecchiature assiemate di protezione e di manovra aventi una tensione nominale fino a 1 000 V CA o 1 500 V CC inclusi e progettate per una frequenza nominale dell'alimentazione o delle alimentazioni in ingresso non superiore a 1 000 Hz. Il Rapporto Tecnico definisce delle linee guida per l'individuazione e la selezione del corretto approccio, per la pianificazione e l'esecuzione di attività di manutenzione.

– **Norma CEI IEC/TS 63290:2025** - "Requisiti aggiuntivi per quadri intelligenti". Questa Specifica Tecnica fornisce requisiti aggiuntivi per i quadri conformi alle norme di prodotto della serie IEC 61439 (dalla Parte 2 in poi) che trattano, oltre alle caratteristiche elettromeccaniche convenzionali dei quadri stessi, funzioni digitali e di comunicazione, in questo documento, definite come intelligenti. La Specifica fornisce, per questi quadri, le definizioni, le condizioni di servizio, i requisiti costruttivi, le caratteristiche tecniche e le verifiche da eseguire in aggiunta a quanto previsto dalle parti seconde della serie IEC 61439. L'intelligenza all'interno di un quadro assume molte forme e va dalla misurazione dei valori elettrici alla completa automazione e al monitoraggio di processo, di gestione dell'energia, e altro.

– **Guida CEI 17-97/1:2008** - "Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti – Parte 1: Applicazione delle caratteristiche nominali di cortocircuito". È la traduzione del Rapporto Tecnico IEC 61912-1 ed è rivolta ai progettisti di impianti elettrici per indirizzarli alla scelta delle protezioni contro il cortocircuito, utilizzandone al meglio le caratteristiche. La Guida riassume le definizioni delle caratteristiche nominali di cortocircuito per i quadri e gli apparecchi di bassa tensione e fornisce degli esempi applicativi.

– **Guida CEI 0-23:2023** - "Guida per progettazione ed installazione di sistemi e componenti elettrici per BT in ambienti soggetti a rischio sismico". La guida riporta i suggerimenti, le raccomandazioni di progetto e gli accorgimenti di installazione per individuare l'input sismico e per ridurre la vulnerabilità sismica di sistemi e componenti a bassa tensione (BT), con lo scopo di fornire le corrette indicazioni a Progettisti, Costruttori di apparecchiature elettriche, Installatori, Committenti, Laboratori di prova, Proprietari di edifici, Gestori di strutture, Personale di manutenzione, Direttori di negozi o uffici, Gestori del rischio e Personale addetto alla sicurezza, ecc.

Inchiesta pubblica

1.2 Riferimenti Legislativi

Le principali Leggi e Direttive che interessano i quadri elettrici sono:

– **Legge 186/1968** nella quale si afferma all'Art. 1 che "tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte". Nell'Art. 2 si dichiara che "i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni elettriche ed elettroniche realizzate secondo le Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruite a regola d'arte". I quadri elettrici, come tutte le apparecchiature, se costruiti secondo la relativa Norma CEI sono a regola d'arte.

– **Decreto-legge DM 37/08** (sostituisce la Legge 46/90). Questo Decreto Ministeriale impone, in ottemperanza all'Art. 5, che per gli impianti sia redatta la "dichiarazione di conformità" alla regola d'arte. Pertanto tutti i prodotti installati nell'impianto, compresi i quadri, devono essere costruiti a regola d'arte, rispettata se si costruisce il prodotto secondo le Norme CEI.

– **D.lgs. 81/2008:** "Attuazione dell'Art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro":

Articolo 81 - Requisiti di sicurezza

1. Tutti i materiali, i macchinari e le apparecchiature, nonché le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere progettati, realizzati e costruiti a regola d'arte.
2. Fermo restando le disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle Direttive comunitarie di prodotto, i materiali, i macchinari, le apparecchiature, le installazioni e gli impianti di cui al comma precedente, si considerano costruiti a regola d'arte se sono realizzati secondo le pertinenti norme tecniche.

– **Direttiva Bassa Tensione** (2014/35/UE, che ha sostituito la Direttiva 2006/95/CE). La Direttiva Bassa Tensione si applica a tutto il materiale elettrico con una tensione di esercizio compresa tra 50 V e 1 000 V in corrente alternata e tra 75 V e 1 500 V in corrente continua. Essa indica quali caratteristiche di sicurezza deve possedere il materiale elettrico (e quindi anche i quadri) messo in commercio.

– **Direttiva Compatibilità Elettromagnetica** "EMC" (2014/30/UE che ha sostituito la Direttiva 2004/108/CE). Si applica a tutte le apparecchiature elettrotecniche ed elettroniche che possono creare perturbazioni elettromagnetiche (emissioni) o il cui funzionamento possa venire influenzato da tali perturbazioni (immunità). I disturbi prodotti dalle manovre sotto carico degli apparecchi (interruttori, sezionatori, ecc.) non sono considerati. Secondo l'attuale testo delle Norme CEI EN IEC 61439-1 e CEI EN IEC 61439-2, per i quadri che incorporano apparecchi elettromeccanici non si esegue nessuna prova EMC. Anche per i quadri che incorporano apparecchi elettronici (es. differenziali, ecc.) conformi alle norme di prodotto e montati secondo le istruzioni del fabbricante non si effettua nessuna prova EMC. Per tutti gli altri casi si effettuano le prove di immunità (sovratensione impulsiva, transitori/treni veloci, campo elettromagnetico e scariche elettrostatiche) e di emissione indicati nell'Allegato J della Norma CEI EN IEC 61439-1.

– **Direttiva "ATEX" 2014/34/UE, recepita in Italia con D.Lgs. 85/2016.** Questa Direttiva si applica agli impianti e ai quadri destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive per condizioni speciali di esercizio. Per soddisfare la direttiva oltre alle Norme della serie CEI EN IEC 61439 si applicano anche le pertinenti Norme armonizzate della serie EN 60079 (vedi Norma CEI 31-70).

Inchiesta pubblica

– **Direttiva RoHS - restrizione dell'uso di sostanze pericolose (Restrictions on Hazardous Substances)** (2015/863/EU e 2011/65/EU): Con la Direttiva delegata RoHS 2015/863/EU si è ormai giunti alla 3° evoluzione di tale direttiva. Dopo la Direttiva RoHS 2011/65/EU (2° evoluzione), ancora in vigore, che modificava l'ALLEGATO I (ambito di applicazione) estendendolo di fatto a tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE) che richiedono correnti elettriche o campi elettromagnetici per soddisfare almeno una delle funzioni previste (nuova categoria 11 - altre AEE), la 3° evoluzione modifica l'ALLEGATO II delle sostanze con restrizioni d'uso con quattro nuove sostanze che si aggiungono ai metalli (piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente) e ritardanti di fiamma già inclusi nella lista. La direttiva impone limiti all'utilizzo di queste sostanze pericolose (es. piombo 0,1% max) ma introduce anche delle esenzioni, con scadenze temporali che possono essere estese, laddove sia tecnologicamente difficile eliminare tale sostanza (es. esenzione 6c per leghe di rame con contenuto di piombo sino al 4% - ottone). Tale esenzione permette disfatto l'immissione di tali AEE sul mercato europeo.
Essa quindi si applica anche ai quadri elettrici di bassa tensione ed è obbligo del costruttore del quadro (colui che appone la targa) ai fini della marcatura CE, predisporre la Dichiarazione UE di Conformità dichiarando di soddisfare i requisiti essenziali anche di tale direttiva (RoHS 2 e RoHS 3), basandosi sulla Norma armonizzata EN IEC 63000 (attualmente alla versione 2018 della stessa) quale riferimento per la redazione della documentazione tecnica necessaria per valutare i materiali, i componenti e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ai fini di tale direttiva.

Per quanto concerne la redazione della dichiarazione di conformità UE alle direttive sopra-citate si faccia riferimento a quanto indicato nell'Allegato Z.

2 Costruttore originale e costruttore del quadro

2.1 Costruttore originale

È l'organizzazione che progetta il quadro, ne definisce e ne verifica le caratteristiche in accordo alla norma. Inoltre, nel caso in cui la realizzazione del prodotto venga svolta da altri, il costruttore originale definisce e pubblica le regole per permettere la replicazione del prototipo verificato.

2.2 Sistema di quadri

Un sistema di quadri è un insieme definito di componenti meccanici (involucri, carpenterie, strutture, kit di adattamento, ecc.) ed elettrici (sistemi sbarre principali e di distribuzione, unità funzionali, connessioni, ecc.) che permette la costruzione di una serie di quadri in diverse configurazioni, montate e cablate in accordo alle istruzioni del costruttore originale.

2.3 Costruttore del quadro

È l'ente o l'organizzazione, che può essere anche diverso dal costruttore originale, il quale si assume la responsabilità del quadro finito.

Per le parti del quadro realizzate dal costruttore del quadro, che si differenziano dal prototipo verificato dal costruttore originale, il costruttore del quadro diventa anche costruttore originale per tali parti; ne consegue che il costruttore del quadro deve verificare le suddette parti in conformità a quanto prescritto nella Norma.

2.4 Competenze

Il Costruttore originale: progetta e realizza un'ampia varietà di configurazioni di quadri partendo da un numero discreto e predefinito di componenti. Il **sistema di quadri** viene provato dal costruttore originale nelle configurazioni rappresentative più gravose.

Il Costruttore del quadro: il costruttore del quadro (se diverso dal costruttore originale) realizza il quadro partendo da pezzi sciolti o assiemi di montaggio (kit) e, seguendo le istruzioni del Costruttore Originale, ottiene il prodotto finale conforme agli esemplari realizzati e verificati dal Costruttore Originale.

inchiesta pubblica

3 Aspetti relativi alla conformità del quadro alla Norma

3.1 Conformità del quadro alla Norma

Il Decreto Ministeriale 37/08: "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" impone all'installatore di sottoscrivere, per ogni impianto realizzato, una dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola d'arte; l'installatore è tenuto obbligatoriamente ad allegare alla dichiarazione di conformità una relazione che individui le tipologie dei materiali utilizzati.

Dovendo realizzare impianti secondo la regola dell'arte, è conveniente per l'installatore fare riferimento a quanto previsto dalle norme CEI, sia per quanto riguarda la concezione e la realizzazione impiantistica, sia per quanto riguarda i vari componenti utilizzati. Ciò in virtù dell'Art. 2 della legge 186 del 1° marzo 1968, secondo il quale "i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del CEI si considerano costruiti a regola d'arte".

Per quanto riguarda i quadri di bassa tensione, la norma di riferimento è costituita dalla parte specifica di prodotto della serie CEI EN IEC 61439 in funzione della tipologia di quadro a cui cisi riferisce. La parte specifica deve essere letta congiuntamente con le prescrizioni della Parte 1.

Per i quadri di potenza (Power Center, Quadri di Distribuzione Secondaria, Motor Control Center, ecc.) la Norma specifica è la CEI EN IEC 61439-2: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza".

L'insieme delle due Norme ha identificato gli aspetti del progetto e di prova per ciò che concerne l'industrializzazione del prodotto e le prove da effettuare per garantirne le prestazioni. I quadri elettrici possono essere prodotti complessi che devono essere adeguati all'impianto in cui sono installati, per cui le loro caratteristiche e prestazioni variano in funzione della condizione di servizio e del tipo di applicazione alla quale sono destinati.

Per questa ragione i costruttori devono realizzare prodotti aventi caratteristiche tecniche talvolta molto specifiche; l'applicazione della Norma CEI EN IEC 61439-1 (e della parte specifica di prodotto) richiede la verifica di molti prototipi, cosicché le varie configurazioni possono essere adeguatamente combinate per un utilizzo il più possibile flessibile ed essere facilmente riconducibili ai prototipi di riferimento.

3.2 Cosa allegare alla dichiarazione di conformità richiesta dal Decreto Ministeriale, DM 37/2008, per gli impianti elettrici

Si presenta ora il problema estremamente pratico ed immediato di cosa allegare alla dichiarazione di conformità richiesta dal Decreto Ministeriale 37/2008.

L'installatore che ha scelto quadri di bassa tensione conformi alla Norma CEI EN IEC 61439-1 e alla parte specifica, in genere riporta nella relazione allegata alla dichiarazione di conformità dell'impianto:

- modello, tipo o sigla del quadro;
- nome del costruttore del quadro;
- copia della dichiarazione di conformità del quadro alla norma applicata.

L'installatore è responsabile della rispondenza dei prodotti, componenti l'impianto, alle norme che vi vengono citate.

Nel caso della Norma CEI EN IEC 61439-1, questa ha riconosciuto nella figura del "costruttore del quadro" quella che si assume la responsabilità del prodotto finito e che vi appone la targa con i propri dati e con le informazioni tecniche richieste dalla specifica parte della serie di Norme CEI EN IEC 61439.

Inchiesta pubblica

La Norma CEI EN IEC 61439-1, inoltre, ammette che alcune fasi del montaggio dei quadri possano essere eseguite fuori dall'officina del costruttore, purché questo sia realizzato secondo le sue istruzioni.

Ciò è in accordo con lo spirito della norma che tende a conferire al quadro elettrico di bassa tensione le caratteristiche di prodotto industrializzato, che si traducono poi in significativi vantaggi per l'utilizzatore finale, non ultimo quello della maggiore affidabilità e del conseguente aumento del livello di sicurezza ottenibile.

3.3 A chi compete la verifica di conformità

La responsabilità della verifica di conformità del quadro secondo la norma applicata è in carico al "costruttore del quadro", il quale può (e deve) avvalersi delle informazioni relative alle verifiche eseguite sul progetto del quadro (o sistema) originale da parte del costruttore originale.

Il costruttore del quadro dovrà farsi carico dell'esecuzione delle prove individuali che, in ottemperanza alla norma, dovranno essere eseguite su ogni esemplare realizzato.

Pertanto, si possono presentare due casi:

- il costruttore originale e il costruttore del quadro coincidono; tutte le verifiche sono a carico del costruttore del quadro stesso;
- il costruttore originale e il costruttore del quadro non coincidono; da parte costruttore del quadro, le regole essenziali da osservare, al fine di poter garantire e documentare opportunamente la conformità del quadro alle norme, si possono così sintetizzare:
  a) scegliere un fornitore in grado di dimostrare l'esecuzione delle verifiche di progetto effettuate sui prototipi;
  b) effettuare la scelta dei componenti del quadro in stretta osservanza della documentazione tecnica del fornitore;
  c) montare il quadro seguendo scrupolosamente le istruzioni del costruttore originale;
  d) verificare, tramite ulteriori prove, confronti con soluzioni provate o valutazioni eventuali modifiche sostanziali apportate rispetto alle configurazioni garantite dal costruttore originale;
  e) effettuare correttamente le prove individuali previste dalla norma su ciascun quadro realizzato;
  f) rendere disponibile all'utilizzatore la documentazione tecnica pertinente come da Tabella 1;
  g) conservare nei propri archivi la documentazione relativa alle prove e/o verifiche e alle prove individuali effettuate.

3.4 Esempi di procedure tecnico-amministrative per un quadro elettrico

Il costruttore del quadro deve:

- mettere la targa (in accordo con il quanto indicato al capitolo 6 della relativa parte seconda della serie CEI EN IEC 61439, come indicato, per esempio, nella Tabella 1 della presente Guida relativamente ai quadri conformi alla CEI EN IEC 61439-2);
- apporre la marcatura CE;
- compilare la dichiarazione CE di conformità da allegare e archiviare col fascicolo tecnico del quadro;
- Produrre e fornire la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni relative all'apparecchiatura (dati di targa, uso e manutenzione, ecc.).

I quadri elettrici di tipo industriale devono essere conformi alla Norma CEI EN IEC 61439-2 (altre tipologie di quadro fanno riferimento a norme diverse, sia nel campo industriale sia in quello domestico o similare) o, nel caso di quadri costruiti in tempi precedenti, alle relative norme vigenti all'epoca della costruzione.

Inchiesta pubblica

Qualsiasi modifica fatta su un quadro elettrico deve preservare la presunta conformità alla norma di riferimento. Nel caso in cui si debbano cambiare le soluzioni di progetto e costruttive pensate e realizzate per il quadro stesso, le modifiche devono e possono essere fatte ristudiando la soluzione più adatta e verificandola negli aspetti che hanno variato la configurazione del quadro esistente e le sue grandezze caratteristiche.

La progettazione, realizzazione, installazione e impiego del quadro coinvolgono molti operatori, aventi ciascuno precise competenze, campi d'intervento e responsabilità, la cui funzione è esplicitata qui di seguito.

Da parte del committente

Il committente è normalmente il cliente, che acquista ed utilizza il quadro richiesto; è la figura che commissiona il lavoro all'interno del quale si inserisce il quadro elettrico. La responsabilità del committente è di tipo amministrativo e fiscale.

Nel caso non disponga di maestranze proprie, dovendo intervenire sul proprio impianto per installare ex novo o modificare uno o più quadri elettrici, il committente dovrà scegliere sul mercato un'impresa tra quelle abilitate ed a una di esse affiderà l'intervento e da questa riceverà a fine lavori la Dichiarazione di Conformità secondo il DM 37/2008.

Il progetto è sempre obbligatorio. Al di sotto dei limiti dimensionali previsti dal DM 37/08 il progettista dell'impianto del quale il quadro fa parte, da non confondere con il progettista del quadro, può essere anche il Responsabile Tecnico dell'impresa

Se l'impianto che ospiterà il quadro supera i limiti dimensionali previsti dal DM 37/08 (impianto "complesso") quanto detto deve essere preceduto dal progetto di un professionista iscritto al relativo Albo Professionale ed a lui il committente chiederà di redigere un elaborato che sarà il progetto "complesso" di quell'operazione.

L'installatore, per quanto riguarda l'installazione del quadro che realizzerà direttamente o commissionerà ad un quadrista fornitore, dovrà attenersi a tale documento. A fine lavoro il committente riceverà la Dichiarazione di Conformità dall'installatore, comprensiva del progetto e dell'elenco prodotti installati, tra i quali il quadro, inteso come singolo componente. Oltre alla Dichiarazione dell'impianto, la ditta installatrice consegnerà al committente anche i fascicoli d'uso e manutenzione del quadro e dei relativi componenti.

Il committente, che prende in carico il tutto, dovrà eseguire quanto previsto da tale documentazione.

Da parte del progettista

Con il DM 37/08 tutti i nuovi impianti devono ora essere progettati.

Mentre per gli impianti semplici il progetto coincide sostanzialmente con lo schema unifilare dell'impianto o con parte di esso (che è tutto e solo ciò che viene realizzato e certificato dall'apposita Dichiarazione di Conformità), per gli impianti complessi il progetto dell'impianto è disegnato e redatto nei minimi termini, per esempio secondo la Guida CEI 0-2, con schemi topografici, uni-multipolari, funzionali, relazioni e ovviamente calcoli di dimensionamento.

In ogni caso non si richiede che il quadro elettrico, presente sia nel progetto sia nell'impianto, debba essere singolarmente e dettagliatamente "progettato" in questa fase, giacché il suo volume interno alla carpenteria per definizione non è impianto e dunque non rientra nel campo d'azione del DM 37/08.

Per il quadro in questo caso prevale la sua natura di apparecchiatura unica, seppure multicomponente.

Il compito del progettista dell'impianto elettrico non comprende l'interno del quadro ma si arresta alle linee d'ingresso (normalmente 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.

inchiesta pubblica

Sullo schema elettrico dell'impianto i quadri compariranno come semplici nodi di diramazione con un valore più logistico e topografico che tecnico. In altri termini il quadro viene visto come un componente dell'impianto soggetto alla specifica norma di prodotto.

Il progettista elettrico deve indicare nel progetto le caratteristiche di tutte le condutture, sia in entrata sia in uscita: in particolare la sezione, l'isolamento, le correnti, le tensioni, le quantità, la tipologia di cavo, la modalità d'ingresso e di uscita (dal basso, dal pavimento, dall'alto, dal retro, dal fianco, ecc.), il tipo di giunzione meccanica tra linee esterne e carpenteria (canale, passerella, tubo, canalina, battiscopa, ecc.).

Sono definibili due figure di progettista funzionalmente diverse:

- quella dell'impianto (è codificata dal DM 37/08);
- quella del quadro (è identificata nella figura del costruttore/costruttore originale del quadro).

Il progettista dell'impianto, sulla base delle indicazioni del committente, conoscendo la destinazione d'uso del quadro:

- propone il generico schema elettrico;
- calcola le correnti impiantistiche (I_e, I_N, I_z);
- comunica al quadrista la I_{cc} e/o la I_{cp};
- decide la protezione dalle sovracorrenti;
- stima le dimensioni massime del quadro, noto il luogo di installazione;
- fissa il grado IP, necessario secondo l'ambiente;
- sceglie gli apparecchi.

Il progettista impiantista comunica le condizioni di installazione (es. temperatura ambiente, umidità) e le dimensioni indicative del quadro, avendo verificato la disponibilità dello spazio e la logistica riguardo al trasporto, movimentazione e fissaggio.

In pratica, il progettista dell'impianto è responsabile della corretta integrazione del quadro, inteso come apparecchiatura chiusa, all'interno dell'ambiente e dell'impianto elettrico utilizzatore.

Da parte dell'installatore

L'installatore è il costruttore dell'impianto elettrico, che è l'insieme delle condutture, dei relativi fissaggi e alloggiamenti, dalla sua origine, il contatore o la cabina, al suo arrivo, gli utilizzatori (lampade, macchine, ecc.) o le prese a spina. Come detto, l'impianto "non entra" nel quadro, per cui l'installatore impiantista non ha per definizione un diretto coinvolgimento nel quadro. Abitualmente deve solo integrarlo nell'impianto, alla stregua di un normale componente, come un trasformatore o un motore, installandolo in accordo alle istruzioni del costruttore del quadro e del progettista dell'impianto elettrico. Non potendo inserirlo a scatola chiusa, dovrà aprirlo per attestare alle barre o alle morsettiere le linee di entrata, le linee di uscita e la circuiteria ausiliaria e di controllo prevista. Quindi verificherà la targa e la marcatura CE e, se del caso, 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).

L'apparente estraneità formale dell'installatore rispetto al quadro non gli impedisce ovviamente di possedere anche una competenza sullo stesso, onde valutarne la necessaria conformità alla regola d'arte ed alle esigenze impiantistico-installative legate alla specifica realtà (predisposizione ingresso cavi, accessibilità, utilizzo, manutenzione, ecc.).

Nella Dichiarazione di Conformità dell'impianto elettrico, consegnata a fine lavori, i circuiti del quadro saranno riportati sugli schemi elettrici e il quadro sarà indicato sul progetto dell'impianto e nell'elenco dei materiali installati.

Inchiesta pubblica

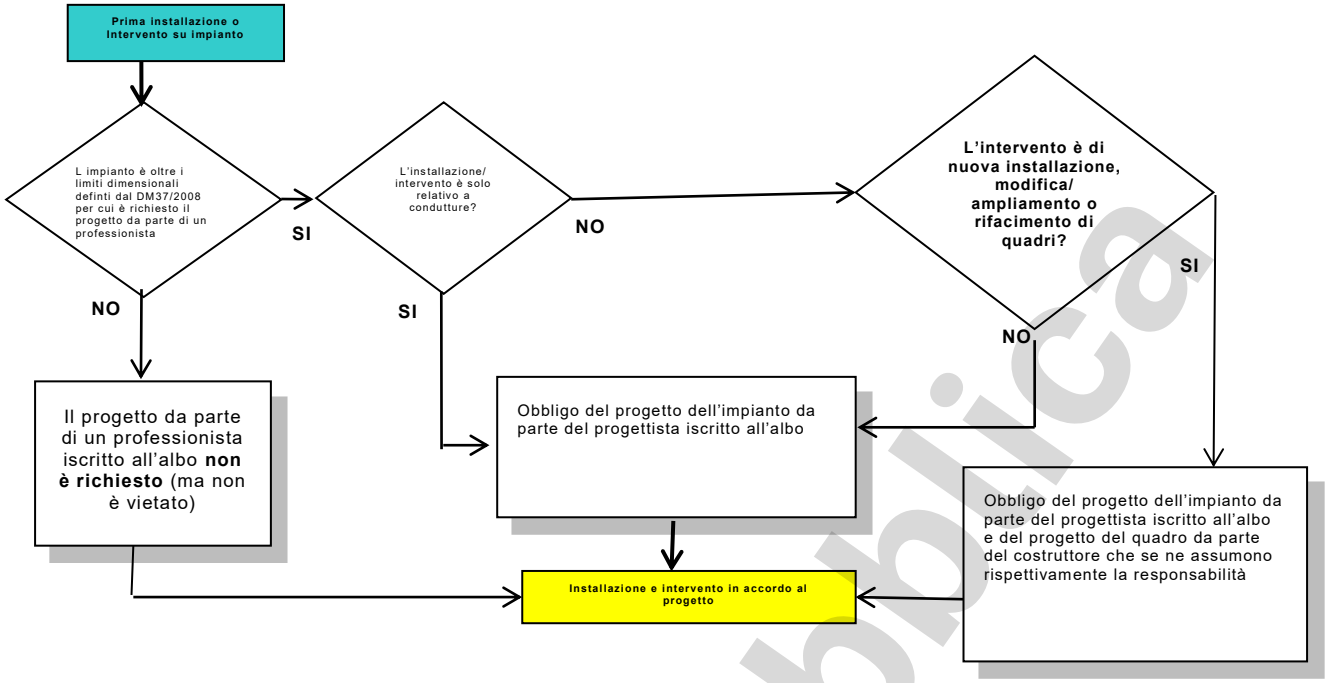


Figura 1 – Identificazione delle figure giuridiche dell'impianto elettrico

3.5 Conformità dei quadri elettrici delle macchine

L'equipaggiamento elettrico delle macchine, e quindi anche i quadri elettrici che ne fanno parte, non sono soggetti all'applicazione del DM 37/2008 in quanto l'Art. 1 comma 2 lettera a) indica che tale decreto si applica anche a "(..) *impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica,(..)*", che vengono definiti nell'Art. 2 "*Definizioni relative agli impianti*" al comma 1 lettera e) come " *i circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori e delle prese a spina. con esclusione degli equipaggiamenti elettrici delle macchine, degli utensili, degli apparecchi elettrici in genere ….*".

Da quanto sopra indicato ne consegue che per i quadri elettrici delle macchine i relativi costruttori, ai fini della loro installazione sulle macchine, non devono possedere le abilitazioni relative ai requisiti tecnico-professionali richieste all'Art. 3 dal DM 37/2008.

In generale per l'equipaggiamento elettrico vale l'Art. 2 della legge 186 del 1 marzo 1968, per il quale "i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del CEI si considerano costruiti a regola d'arte", e poiché i macchinari includono nella stragrande maggioranza dei casi un equipaggiamento elettrico (salvo ad esempio siano macchine gestite dalla sola energie pneumatica o idraulica) tale equipaggiamento elettrico, incluso i quadri elettrici che lo compongono, sono considerati costruiti a regola d'arte se si applicano le norme CEI, e in particolare la Norma CEI EN 60204-1 (si veda anche l'Art. 20 della presente guida). Il costruttore di un quadro elettrico di macchina, ossia colui che vi appone la targa secondo il contenuto dell'Art. 16.4 della Norma CEI EN 60204-1, ai fini di dimostrare la rispondenza allo stato dell'arte secondo la Legge 186/68 (nonché nel rispetto dell'Art. 81 del D.lgs. 81/2008), può rilasciare una dichiarazione di conformità alla norma applicata, nel caso specifico alla Norma CEI EN 60204-1, dopo aver eseguito le prove indicate all'Art. 18 di quest'ultima Norma.

Come noto un quadro elettrico di una macchina non è utilizzabile se non quando associato alla macchina per cui è specificatamente stato progettato e costruito; ne deriva che, salvo poche eccezioni, la progettazione di un quadro elettrico di macchina, a differenza da quanto avviene per i quadri elettrici di distribuzioni i quali non necessitano di essere progettati conoscendo lo specifico impianto elettrico cui saranno destinati, non può prescindere dalla conoscenza dell'equipaggiamento elettrico della macchina di cui farà parte senza prendere visione degli specifici aspetti di sicurezza e funzionali di quest'ultima.

Inchiesta pubblica

Per la procedura tecnico amministrativa di un quadro elettrico costruito su base volontaria in conformità alla Norma CEI EN 60204-1 (le norme tecniche non sono mai obbligatorie) si presentano diversi casi:

a) quadro elettrico costruito e progettato dallo stesso costruttore della macchina per fare parte dell'equipaggiamento elettrico di quest'ultima;

b) quadro elettrico costruito e progettato da un soggetto diverso dal costruttore della macchina in funzione della specifica macchina e fornito al costruttore della macchina per fare parte dell'equipaggiamento elettrico di quest'ultima, pronto per il collegamento con connettori, prese a spina, o collegamenti attraverso pressacavi come indicato dal costruttore del quadro;

c) quadro elettrico realizzato da un costruttore di quadri su progetto del costruttore della macchina per fare parte dell'equipaggiamento elettrico di quest'ultima mediante accordi contrattuali con contratto di prestazione d'opera;

d) quadro elettrico realizzato parzialmente da un costruttore di quadri per essere poi completato (con hardware o software) dal costruttore della macchina;

e) quadro elettrico realizzato da un costruttore di quadri per essere venduto a catalogo o via WEB.

Nel caso a) il costruttore della macchina deve:

- apporre la targa sul quadro secondo le indicazioni di cui all'Art. 16.4 della Norma CEI EN 60204-1;
- fornire la documentazione tecnica necessaria all'utilizzatore finale per l'uso dell'equipaggiamento elettrico, quadro elettrico incluso, per la macchina cui è destinato, secondo le indicazioni di cui all'Art. 17 della Norma CEI EN 60204-1;
- la procedura di conformità della parte elettrica segue la procedura di conformità prevista per l'intera macchina secondo al Direttiva 2006/42/CE nel rispetto del requisito essenziale di sicurezza 1.5.1 qualora la macchina sia immessa sul mercato o messa in servizio all'interno dell'Unione Europea.

Nei casi b) ed e) il costruttore del quadro elettrico deve:

- apporre la targa sul quadro secondo le indicazioni di cui all'Art. 16.4 della Norma CEI EN 60204-1;
- compilare la dichiarazione UE di conformità che allega e archivia col fascicolo tecnico del quadro per le Direttive ad esso applicabili per quadri destinati a machine immesse sul mercato o messe in servizio all'interno dell'Unione Europea (ad esclusione della Direttiva 2006/42/CE per quanto indicato all'Art. 1, comma 2 lettera k) di tale direttiva);

NOTA La Direttiva 2006/42/CE cesserà di essere applicabile dal 20 gennaio 2027 e sarà sostituita dal nuovo Regolamento sulle Macchine 2023/1230 per il quale all'Art. 2, comma 2 lettera p) ancora non occorre citare i riferimenti del regolamento macchine nelle dichiarazioni di conformità dei quadri elettrici.

- apporre la marcatura CE se il quadro è destinato a machine immesse sul mercato o messe in servizio all'interno dell'Unione Europea;
- fornire al costruttore della macchina la documentazione tecnica (schemi, ecc.) e le informazioni relative all'apparecchiatura secondo l'Art. 17 della Norma CEI EN 60204-1 (dati di targa, uso e manutenzione, ecc.) per come il quadro deve garantire la sicurezza quando collegato all'equipaggiamento elettrico della specifica macchina.

Nel caso c) il costruttore del quadro elettrico deve fornire quanto richiesto contrattualmente dal costruttore della macchina ma non applicare la procedura di conformità delle direttive applicabili in quanto a carico del costruttore della macchina in base all'accordo contrattuale (predisposto auspicabilmente con un supporto legale). La realizzazione del quadro elettrico dovrà essere eseguita nel rispetto delle prescrizioni indicate nella Norma CEI EN 60204-1 se applicata.

inchiesta pubblica

Nel caso d) il costruttore del quadro elettrico deve:

- fornire la documentazione tecnica secondo le indicazioni di cui all'Art. 17 della Norma CEI EN 60204-1 per la parte di quadro da lui realizzata;
- su base volontaria o contrattuale fornire la dichiarazione di conformità alla Norma CEI EN 60204-1 e alle altre norme applicate per la parte di quadro realizzata.

Si fa presente che laddove si ricada nel caso della marcatura CE di un quadro elettrico di macchina non è sufficiente fornire i soli schemi elettrici del quadro e gli schemi elettrici per il collegamento delle utenze a bordo macchina e poche altre informazioni per il suo collegamento, ma occorre dare tutti i dettagli per la scelta ed installazione dei componenti, dei circuiti di sicurezza (per mantenere l'appropriato livello SIL o PL) e delle condutture (incluso le tarature dei dispositivi di protezione nel quadro per ogni specifico circuito da proteggere e le prescrizioni per lunghezza, sezione, posa, ecc. dei conduttori da installare a bordo macchina) affinché la sicurezza elettrica e non elettrica che deve essere garantita dal quadro elettrico della macchina possa essere efficace e rispondente ai requisiti essenziali per le Direttive considerate applicabili. Ovviamente tutti i calcoli di progettazione da inserire nel fascicolo tecnico dovranno riguardare ogni singolo circuito della macchina protetto e gestito dal quadro di macchina e non solo la parte interna a quest'ultimo.

4 Dati di specificazione

4.1 Generalità

Nella Norma CEI EN IEC 61439-1 si è data enfasi al rapporto contrattuale che si instaura tra il committente (o, in sua vece, il progettista) ed il costruttore del quadro, pubblicando l'Allegato C che costituisce un "Modello di informazione dell'utilizzatore" fornito al committente per identificare quanto necessario al costruttore del quadro per definire correttamente le caratteristiche dello stesso. In particolare, esso è previsto per essere utilizzato e sviluppato nelle specifiche Norme di prodotto; ad esempio, nella Norma CEI EN IEC 61439-2 gli Allegati AA e EE riprendono il modello e lo traducono in "Argomenti soggetti ad accordo tra il costruttore del quadro e l'utilizzatore" per quadri di potenza e quadri per applicazioni fotovoltaiche.

Una menzione particolare merita la CEI IEC TR 61439-0 che da una guida su come identificare le funzioni e le caratteristiche dei quadri che dovranno essere specificate in tali documenti per soddisfare anche esigenze applicative specifiche.

Particolare attenzione è posta nell'identificare come tener conto nella specifica di:

- effetti termici e magnetici complessi;
- effetti ionizzanti;
- picchi di tensione;
- corrosione ed invecchiamento dei materiali isolanti.

In tale Technical Report l'annesso D, inoltre, riporta una lista di informazioni addizionali che un progettista può definire per la specifica applicazione.

Una volta individuati i requisiti e le funzioni specifiche dell'applicazione, il costruttore è responsabile della progettazione del quadro, conforme alle pertinenti parti della serie IEC 61439.

Tre le grandezze da specificare si ricorda che nella Norma CEI EN IEC 61439-1:2022 è stato introdotto il nuovo concetto di corrente nominale di gruppo di un circuito principale (Ing). Questa è la corrente che può essere condotta da quel circuito, quando è caricato in modo continuativo e contemporaneamente, insieme ad almeno un altro circuito all'interno dello stesso quadro o scomparto del quadro, in una configurazione specifica definita dal costruttore originale.

Inchiesta pubblica

4.1 Esempio applicativo

La Tabella 1 mostra un esempio in cui sono indicate le caratteristiche in precedenza trattate relative ad un quadro di potenza posizionato in una cabina di trasformazione MT/BT, collegato al trasformatore attraverso un condotto sbarre prefabbricato, prese dall'Allegato AA della Norma CEI EN IEC 61439-2. La Fig. 2 illustra il collegamento di un quadro di potenza, posizionato in una cabina MT/BT, attraverso un condotto sbarre prefabbricato. L'Allegato AA della Norma CEI EN IEC 61439-2 è il modello informativo che è opportuno utilizzare in modo che il committente identifichi le caratteristiche del quadro necessarie al costruttore del quadro per la realizzazione.

Tabella 1 – Esempio delle caratteristiche che il committente può specificare per identificare le caratteristiche necessarie al costruttore del quadro per la sua realizzazione

Caratteristiche del quadro (Vedi Allegato AA della CEI EN IEC 61439-2)	**Prescrizioni da riportare**	**Note**
Protezione contro l'ingresso di corpi solidi e l'ingresso di liquidi	Interno: IP3X	IP30 poiché normalmente i quadri MT o i trasformatori non hanno IP superiori
Impatto meccanico esterno (IK) NOTA La Norma CEI EN non nomina in maniera specifica il grado IK	IK08	In cabina non esistono rischi agli urti importanti
Resistenza ai raggi UV (si applica solo ai quadri per esterno, se non diversamente specificato)	Non previsto	Il quadro è installato all'interno
Resistenza alla corrosione	Severità di prova A	Il quadro è installato all'interno
Temperatura dell'aria ambiente limite inferiore	Come previsto dalla norma	
Temperatura dell'aria ambiente limite superiore	Come previsto dalla norma	
Temperatura dell'aria ambiente massimo valore medio giornaliero	Come previsto dalla norma	
Temperatura dell'aria ambiente limite inferiore	Come previsto dalla norma	
Massima umidità relativa	Come previsto dalla norma	
Condizioni speciali di servizio: – vibrazioni; – condensa eccessiva; – inquinamento gravoso; – ambiente corrosivo; – campi elettrici e magnetici intensi; – funghi; – piccoli animali; – pericolo di esplosione; – vibrazioni e urti; – inondazioni – terremoti	Resistenza anticondensa Prevedere piastra pressa cavi sul fondo Non previste ZPA 0.5 g in accordo alla guida CEI 0-23	Ambiente non particolarmente aggressivo ma con possibilità di piccoli animali/roditori dal cunicolo cavi inferiore Basso livello di sismicità
Dimensioni massime esterne e masse	(2400 x 600 x 2000) mm Massa 1 850 kg	Indicazioni necessarie per la realizzazione dei supporti di fissaggio/ferri di base

Inchiesta pubblica

Caratteristiche del quadro (Vedi Allegato AA della CEI EN IEC 61439-2)	**Prescrizioni da riportare**	**Note**
Tipo/i di conduttore/i esterno/i	Condotto sbarre	In questo caso il quadro dovrà essere predisposto per lo staffaggio ed il collegamento del condotto e garantire il grado di protezione richiesto
Verso del/i conduttore/i esterno/i	Dall'alto	
Materiale del conduttore esterno	Rame	
Dimensioni massime e masse dell'unità trasportata	800 x 600 x 2000 Massa 1 000 kg	
Metodi di trasporto (gru, muletto)	Gru	
Dettagli sull'imballaggio	Gabbia in legno	
Prescrizioni relative all'accessibilità in esercizio da parte di persone autorizzate per l'estensione.	Utilizzo di celle per ogni unità o gruppo funzionale	Grado con richiesta di alta continuità di servizio e ampliamenti sotto tensione
Protezione contro i contatti diretti di parti interne pericolose in tensione durante la manutenzione o l'aggiornamento (ad esempio le unità funzionali, le sbarre principali, le sbarre di distribuzione)	Barriere ed involucri	In alternativa di tutte le parti attive
Forma di segregazione	Forma 4b	Consente l'aggiunta/sostituzione di unità funzionali anche con quadro sotto tensione

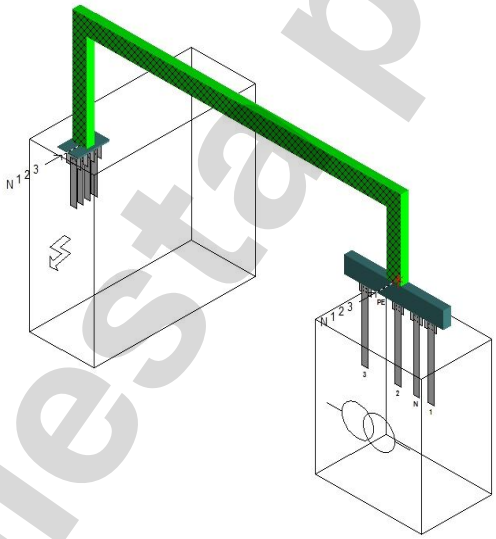


Figura 2 – Collegamento di un quadro di potenza attraverso un condotto sbarre prefabbricato

Inchiesta pubblica

5 Caratteristiche del quadro

5.1 Generalità

Le caratteristiche del quadro dovranno garantire la compatibilità con le caratteristiche dei circuiti a cui sono collegati nonché le condizioni di installazione.

Nella Tabella 2 di seguito, si riportano le caratteristiche che devono essere dichiarate dal costruttore del quadro e dove vanno poste in base alla Norma CEI EN IEC 61439-2 dei quadri di potenza confrontate con quelle dell'edizione precedente.

Tabella 2 – Caratteristiche oggetto di dichiarazione da parte del costruttore del quadro (confronto tra la Norma CEI EN IEC 61439-2:2012 e la Norma CEI EN IEC 61439-2:2021)

Caratteristica	CEI EN IEC 61439-2:2012 (superata)	CEI EN IEC 61439-2:2021 (con paragrafo di riferimento)
Nome del costruttore del quadro o marchio	Su targa identificativa	Su targa identificativa (6.1.a)
Tipo o numero di identificazione del quadro	Su targa identificativa	Su targa identificativa (6.1.b)
Indicazioni utili per individuare la data di fabbricazione	Su targa identificativa	Su targa identificativa (6.1.c)
Corrente nominale del quadro (I_{nA})	Nella documentazione	Su targa identificativa (6.1.d)
Tensione nominale del quadro (U_n)	Nella documentazione	Su targa identificativa (6.1.e)
Frequenza nominale (f_n)	Nella documentazione	Su targa identificativa (6.1.f)
Norma di prodotto di riferimento (CEI EN IEC 61439-2)	Su targa identificativa	Su targa identificativa (6.1.g)
Tensione nominale di impiego del circuito (Ue)	Nella documentazione	Nella documentazione (5.2.2)
Tensione nominale di isolamento ad impulso (Uimp)	Nella documentazione	Nella documentazione (5.2.4)
Tensione nominale di isolamento (Ui)	Nella documentazione	Nella documentazione (5.2.3)
Corrente nominale di un circuito principale di uscita (Inc)	Nella documentazione	Nella documentazione (volontaria se noti Ing e RDF) (5.3.2)
Corrente nominale di gruppo (Ing)	Non presente	Nella documentazione (volontaria se noti Inc e RDF) (5.3.3)
Corrente nominale ammissibile di picco (Ipk)	Nella documentazione	Nella documentazione (5.3.4)
Corrente nominale ammissibile di breve durata (Icw), insieme con la durata di riferimento	Nella documentazione	Nella documentazione (5.3.5)
Le caratteristiche del o dei dispositivi di protezione contro il cortocircuito	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.m)
Corrente nominale di cortocircuito condizionata (Icc) dal dispositivo di protezione contro il corto circuito	Nella documentazione	Nella documentazione (5.3.6)
Fattore o fattori nominali di contemporaneità (RDF)	Nella documentazione	Nella documentazione (volontaria se nota Ing) (oppure come da Tabella 101) (5.4)
La forma interna di segregazione	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.aa)
Il tipo di costruzione e di connessione elettrica degli apparecchi e delle unità funzionali di uscita (fisse (F), estraibili (W), rimovibili (D))	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.l - 5.6.bb)
Le misure adottate per la protezione contro la scossa elettrica	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.n)
Le dimensioni complessive (comprese le sporgenze ad es. maniglie, coperchi, porte), se richieste)	Nella documentazione (opzionale)	Nella documentazione (opzionale) (5.6.o)

inchiesta pubblica

Caratteristica	CEI EN IEC 61439-2:2012 (superata)	CEI EN IEC 61439-2:2021 (con paragrafo di riferimento)
Il peso, se richiesto	Nella documentazione (opzionale)	Nella documentazione (opzionale) (5.6.p)
Prescrizioni addizionali che dipendono dalle specifiche condizioni di servizio di un'unità funzionale (ad es. il tipo di coordinamento, le caratteristiche di sovraccarico);	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6 a)
Grado di inquinamento del macro ambiente	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.b)
Il tipo di sistema di messa a terra (TT, TN, IT) per il quale è progettato il quadro	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.c)
Il tipo di installazione (per interno/per esterno)	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.d)
Se fisso o movibile	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.e)
Grado di protezione (grado IP)	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.f)
Se destinato all'utilizzo da parte di sole persone comuni o autorizzate. Nota: i quadri descritti nella parte 2 sono previsti per essere utilizzati da solo personale autorizzato.	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.g)
Classificazione relativa alla compatibilità elettromagnetica (EMC)	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.h)
Condizioni speciali di servizio, se applicabili	Nella documentazione (opzionale)	Nella documentazione (opzionale) (5.6.i)
Tipo di configurazione dell'involucro esterno	Nella documentazione (opzionale)	Nella documentazione (opzionale) (5.6.j)
Grado di resistenza all'urto (IK), se applicabile	Nella documentazione	Nella documentazione (5.6.k)
Orientamento di montaggio del quadro (sollo se diverso da verticale)	Non previsto	Nella documentazione (5.6 cc)
Istruzioni per il trasporto, l'installazione e la manutenzione	Nella documentazione	Nella documentazione (6.2.2)
Raccomandazioni per la manutenzione	Nella documentazione (opzionale)	Nella documentazione (opzionale) (6.2.2)
Informazioni aggiuntive (es. più alimentazioni)	Non previsto	Nella documentazione (opzionale) (6.2.2)

5.2 Caratteristiche principali

Per meglio comprendere i fenomeni di isolamento, riscaldamento, cortocircuito che avvengono in un quadro, vengono riportate le caratteristiche nominali relative alle:

- tensioni (nominale, di impiego, di isolamento);
- correnti (di carico nominale e in cortocircuito).

5.2.1 Tensioni

La tensione nominale di un quadro U_n è il massimo valore efficace della tensione nominale del sistema elettrico a cui può essere collegato il o i circuiti principali del quadro. A tale valore normalmente corrisponde la tensione nominale di impiego U_e del o dei circuiti principali del quadro.

5.2.2 Sovratensioni

La tensione nominale di impiego U_e di un circuito è definita come la massima tensione efficace alla quale i componenti di cui fanno parte sono in grado di svolgere le funzioni a loro associate, per esempio la manovra di un carico definito un numero specifico di volte.

La tensione U_n è associata al quadro e la tensione U_e ai singoli circuiti; per i circuiti principali vale la relazione $U_n \geq U_e$.

inchiesta pubblica

La capacità del quadro e delle sue parti di sopportare sovratensioni è definita:

- dal valore efficace della tensione di isolamento U_i dei circuiti (o di gruppi di circuiti) per quanto concerne sollecitazioni di lunga durata a frequenza nominale;
- dal valore della tensione di isolamento ad impulso U_{imp}, riferita a sovratensioni transitorie di breve durata, oscillatorie o meno, che sono fortemente smorzate causate, per esempio da fulmini, da manovre di interruzione, ecc. Quest'ultimo valore viene rapportato a quanto previsto dalla categoria di sovratensione relativa alla possibile locazione del quadro nell'impianto.

Considerando che in genere l'entità delle sollecitazioni diminuisce all'allontanarsi dalla sorgente, sono definiti 4 livelli di categoria di sovratensione:

- **Categoria I**: livello protetto (valido per singole parti interne del quadro, non all'intero quadro);
- **Categoria II**: livello circuiti terminali (valido per carichi);
- **Categoria III**: livello circuiti di distribuzione (tipica applicazione industriale, come i power center, i motor control center, ecc.);
- **Categoria IV**: origine dell'installazione (tipicamente da associare agli arrivi in genere costituiti dai gruppi di misura e dagli elementi per la disconnessione dell'impianto).

Per ognuna di queste sono definiti valori minimi, in funzione anche della tensione nominale e del tipo di connessione a terra che dovranno essere rispettati sia per quanto riguarda i componenti sia per quanto riguarda le protezioni contro le sovratensioni (scaricatori).

In genere vale la relazione $U_e \leq U_i < U_{imp}$.

Al fine del coordinamento dell'isolamento, un impianto elettrico viene suddiviso nelle Categorie di sovratensione come illustrato in Fig.5.

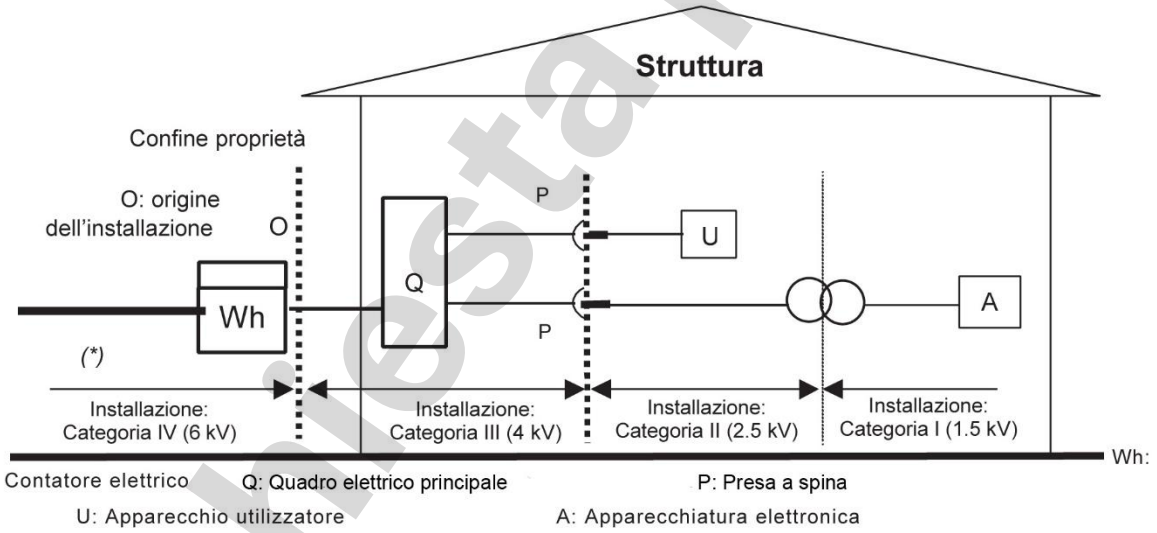


Figura 3 – Categorie di sovratensione in un impianto elettrico (origine figura: CEI 64-8)

Inchiesta pubblica

5.2.3 Correnti in condizioni di carico nominale

La corrente nominale viene definita come la massima corrente che può passare nei circuiti senza un aumento del rischio di guasto o riduzione della vita di progetto dei componenti, causati da riscaldamento eccessivo o da altri meccanismi di degrado associabili al valore di corrente.

Quando, come in genere, il meccanismo di degrado prevalente è di tipo termico, questa capacità di portare un valore di corrente definito viene verificata quando le sovratemperature nelle diverse parti del quadro non superino i limiti specificati dalla norma o dal tipo di applicazione (ad esempio, per installazione in locali con temperature ambiente superiori a quelle utilizzate come riferimento dalla norma).

La corrente nominale di gruppo di un circuito principale I_{ng} è la corrente massima che questo può portare quando sia sotto carico continuo insieme ad almeno un altro circuito dello stesso quadro o della stessa sezione di quadro, nella configurazione definita dal costruttore originale, rappresentante le condizioni di servizio previste più sfavorevoli, e riportata nella documentazione.

Per lo stesso circuito sono possibili diversi valori di I_{ng}, in funzione di diverse configurazioni del gruppo di circuiti considerati sotto carico contemporaneamente. Il costruttore dovrà indicare dettagliatamente nella documentazione le configurazioni di riferimento usate nella definizione di tali valori.

Il valore della corrente I_{ng} di una unità funzionale può essere riferito anche alla potenza dissipata totale all'interno dello scomparto

La corrente nominale del quadro I_{nA} è il valore massimo di corrente che il quadro è in grado di portare e distribuire: viene definito come il più piccolo tra la corrente nominale di gruppo I_{ng} del singolo circuito di ingresso (considerando la mutua influenza degli altri circuiti alimentati nello stesso gruppo) o la somma delle correnti nominali di gruppo I_{ng} dei circuiti di ingresso operanti in parallelo e la corrente totale che il/i sistema/i sbarre principale/i è/sono in grado di distribuire nella specifica configurazione di carico.

La corrente nominale di un circuito principale in uscita I_{nc} è la corrente massima che questo può portare in condizioni normali di servizio quando sia alimentato da solo.

Il fattore di contemporaneità RDF è il valore percentuale o in unità di I_{nc}, definito dal costruttore, che un circuito di uscita può erogare con continuità nella specifica disposizione definita per quel circuito, in quella sezione di quadro, per quella condizione di funzionamento.

Il fattore di contemporaneità RDF specifica di quanto debba essere ridotta la corrente nominale dell'unità funzionale (I_{nc}), allorché essa funzioni in contemporaneità con altre unità funzionali adiacenti. Il fattore di contemporaneità può essere dichiarato applicabile a tutte le unità funzionali di uscita o a specifici gruppi di unità funzionali di uscita (ad esempio appartenenti ad un singolo scomparto). Per un quadro, il fattore di contemporaneità delle unità funzionali di uscita può essere differente per i gruppi di unità considerati.

Il fattore di contemporaneità non deve essere confuso con il declassamento dell'unità funzionale che viene definito dal costruttore originale del quadro determinando la corrente nominale I_{nc}. Nella pratica questo significa apportare una riduzione della corrente nominale degli apparecchi che sono inseriti in ciascuna unità funzionale rispetto alla loro corrente nominale in aria libera (I_{th}, I_n o I_e a seconda dei casi) per il fatto che l'apparecchio viene installato all'interno di un involucro.

Per la determinazione del declassamento, da applicare agli apparecchi delle unità funzionali, in generale ci si riferisce alla documentazione tecnica del costruttore dell'apparecchio.

La dichiarazione dei valori di I_{ng} è alternativa alla dichiarazione dei valori di I_{nc} e RDF.

Inchiesta pubblica

Per ogni circuito avremo, in generale:

$I_{nc} * RDF = I_{ng}$

$I_B \leq I_{ng} \leq I_{nc} \leq I_n$

con I_B corrente di progetto del circuito (corrente massima assorbita dal carico nel normale funzionamento) e I_n corrente nominale della protezione del circuito.

In assenza di un accordo tra il costruttore del quadro e l'utilizzatore, in merito alle effettive correnti di carico, i carichi assegnati ai circuiti o ai gruppi di circuiti di uscita del quadro possono essere basati sui valori riportati nella Tabella 101 delle parti seconde.

Esempi di applicazione sono dati nelle tabelle contenute nell'Allegato E della Norma CEI EN IEC 61439-1 e nelle figure associate.

5.2.4 Correnti in condizioni di cortocircuito

Un cortocircuito, evento raro in un impianto correttamente dimensionato e manutenuto, provoca nel quadro diversi tipi di sollecitazioni, come:

- forze estremamente elevate tra conduttori,
- alte sovratemperature in tempi brevi (inferiori a qualche secondo o frazioni di esso),
- riduzione del grado di isolamento dell'aria ed eventuali sovrapressioni sulla struttura, (quando si abbia la presenza di archi elettrici interni o esterni ai dispositivi di protezione e manovra).

Un quadro deve essere in grado di sopportare queste sollecitazioni termiche e dinamiche, provocate dalle correnti di guasto possibili nel punto di installazione.

Il parametro di riferimento da utilizzare per definire le condizioni di installazione è il valore della corrente efficace di cortocircuito presunta ai terminali di alimentazione (kA), definita come corrente che fluirebbe per cortocircuito a impedenza zero (corto franco) a tali terminali quando non si consideri l'eventuale azione di dispositivi di protezione a monte.

La prestazione di riferimento, alla quale questo parametro va confrontato, è:

- nel caso in cui non si considerino le prestazioni del quadro dipendenti da dispositivi di protezione contro il cortocircuito limitatori, la corrente di breve durata I_{cw} con il relativo tempo associato (ad es. 0,2 s, 1 s, 3 s),
- in caso contrario, la corrente di cortocircuito condizionata alla quale il costruttore deve associare il riferimento al dispositivo limitatore di corrente considerato, che può essere esterno al quadro o parte di esso.

Le prestazioni nominali di un quadro in cortocircuito sono:

- la corrente nominale ammissibile di picco I_{pk}, definita come massimo valore istantaneo della corrente di cortocircuito presunta supportabile dal quadro o da uno specifico circuito,
- la corrente nominale ammissibile di breve durata I_{cw}, definita come massimo valore efficace della corrente presunta di breve durata che il quadro o uno specifico circuito sono in grado di sopportare per il tempo dichiarato,
- la corrente nominale ammissibile condizionata I_{cc}, definita come valore efficace della corrente di cortocircuito presunta ai terminali del quadro che l'assieme è in grado di sopportare per il tempo necessario al dispositivo limitatore di protezione installato a monte (interno o esterno al quadro) e identificato dal costruttore per eliminare il guasto nelle condizioni di riferimento.

inchiesta pubblica

6 Condizioni di servizio

6.1 Generalità

L'ambiente d'installazione definisce, con le sue caratteristiche, le condizioni di esercizio dei quadri; due sono gli ambienti principali presi in considerazione: installazione all'interno o installazione all'esterno.

Alla scelta di una collocazione all'interno o all'esterno, sono legate le condizioni normali di servizio relativamente a

- protezione contro la penetrazione di corpi solidi o di acqua (grado IP),
- esposizione ai raggi ultravioletti (UV),
- temperatura ambiente come valore minimo, massimo e medio,
- umidità relativa,
- resistenza all'impatto meccanico (grado IK),
- resistenza contro la corrosione,
- grado di inquinamento,
- pressione atmosferica in funzione dell'altitudine alla quale il quadro viene installato,
- ambiente elettromagnetico.

Vengono inoltre specificate tutte le condizioni di esercizio, definite "speciali", che si allontanano dai parametri definiti precedentemente e possono avere influenza su una caratteristica operativa del quadro.

Inchiesta pubblica

6.2 Condizioni normali di servizio

Di seguito si riporta la Tabella 3 con le prescrizioni per le condizioni normali di esercizio specificate nella Norma CEI EN IEC 61439-1 e nelle relative Parti.

Tabella 3 – Prescrizioni per le condizioni normali di esercizio

Requisiti	Condizioni normali di esercizio relative ai quadri BT	
	CEI EN IEC 61439-1 Parte 1: Regole generali **CEI EN IEC 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza**	**Requisiti particolari definiti nelle Parti 3, 4, 5, 6 e 7**
Protezione contro i contatti con parti attive, ingresso di corpi solidi e liquidi	Il quadro deve rispettare il codice IP richiesto dall'utente in accordo alla Norma IEC 60529; comunque il quadro deve rispettare i requisiti minimi qui di seguito definiti. Il grado di protezione esterno di un quadro deve essere almeno uguale a IP2X dopo l'installazione, in accordo con le istruzioni fornite dal costruttore del quadro. Il grado di protezione fornito dal fronte e dal retro del quadro deve essere almeno uguale a IPXXB. Per i quadri previsti per l'uso all'esterno e senza protezione supplementare, la seconda cifra caratteristica deve essere almeno uguale a 3. Se non diversamente specificato, il grado di protezione indicato dal costruttore del quadro si applica per il quadro completo, quando è installato in accordo con le istruzioni del costruttore del quadro, per esempio con la sigillatura delle superfici del quadro lasciate aperte per ragioni di montaggio, ecc. Se il quadro non ha lo stesso grado IP per l'intero assieme, il costruttore del quadro deve indicare il grado IP per le parti separate. Differenti gradi IP assegnati non devono compromettere l'uso previsto del quadro. Il grado di protezione indicato per il quadro si applica normalmente alle parti asportabili in posizione di servizio, ossia nella posizione in cui queste parti asportabili sono completamente collegate per svolgere la funzione alla quale ciascuna è destinata. I quadri per applicazioni fotovoltaiche (PVA) devono avere un grado di protezione minimo IP2XC dopo l'installazione, se installati in un'area accessibile alle persone comuni.	**CEI EN IEC 61439-3** Il grado di protezione di un DBO per installazione all'interno deve essere almeno uguale a IP 2XC dopo l'installazione. **CEI EN IEC 61439-4** Il grado di protezione dell'ASC o ACS ≥ IP 44, con tutte le porte chiuse e tutti i pannelli asportabili e le piastre di copertura montati. Fronte di comando all'interno di una porta non deve essere inferiore a IP 21 a condizione che la porta possa essere chiusa in tutte le condizioni di utilizzo. Quando la porta non può essere chiusa, il grado di protezione per il fronte di comando deve essere almeno IP 44. **CEI EN IEC 61439-5** Il grado di protezione dei quadri PENDA-O installati in luoghi accessibili al pubblico deve essere ≥ IP 34D. In altri luoghi ≥ IP 33. **CEI EN IEC 61439-7** Il grado di protezione di un quadro per installazione all'interno deve essere almeno uguale a IP 41 e per installazioni all'esterno IP44, dopo l'installazione.
	Se dopo la rimozione di una parte asportabile non è possibile mantenere il grado di protezione originale, ad es. chiudendo una porta, si deve trovare un accordo tra il costruttore del quadro e l'utilizzatore in modo da adottare i provvedimenti per assicurare un adeguato grado di protezione, che dovrà essere comunque ≥ IPXXB. In assenza di accordo preliminare tra le parti, il costruttore del quadro deve fornire le informazioni al riguardo. Se per ottenere un'adeguata protezione contro le parti attive si utilizzano degli otturatori, essi devono essere fissati per prevenire la rimozione non intenzionale.	

Inchiesta pubblica

Requisiti	Condizioni normali di esercizio relative ai quadri BT	
	CEI EN IEC 61439-1 Parte 1: Regole generali **CEI EN IEC 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza**	**Requisiti particolari definiti nelle Parti 3, 4, 5, 6 e 7**
Impatto meccanico esterno	Non è obbligatorio per il costruttore del quadro dichiarare un grado IK in accordo alla CEI EN 62262. Non viene specificato un grado minimo di IK. I quadri per applicazioni fotovoltaiche (PVA) devono avere una tenuta all'impatto meccanico almeno pari a IK07se installati in aree con accesso limitato alle persone comuni, oppure IK09 se installati in aree senza limitazioni di accesso. (nella nuova IEC 61439-8 cambierà)	**CEI EN IEC 61439-3** Il DBO deve essere conforme ai seguenti codici IK – IK 05 per un DBO per uso all'interno, – IK 07 per un DBO per uso all'esterno. **CEI EN IEC 61439-4** urti meccanici aventi un'accelerazione di 500 m/s^2, un impulso a semionda sinusoidale di durata pari a 11 ms; impatti di energia pari a 6 J. **CEI EN IEC 61439-7** Il quadro deve essere conforme ai seguenti codici IK – IK 07 per quadri con grado di resistenza meccanica minimo; – IK 08 per quadri con grado di resistenza meccanica medio; – IK 10 per quadri con grado di resistenza meccanica elevato. La norma prescrive inoltre prove di resistenza meccanica aggiuntive quali il carico statico.
Resistenza alla radiazione UV	Si riferisce solo ai quadri installati all'esterno. La realizzazione degli involucri in materiale sintetico o in metallo ricoperto da materiale sintetico resistente alla radiazione UV è condizione sufficiente per soddisfare il requisito in località dal clima temperato. Per installazione in località a più intensa radiazione UV, l'utente deve dare specifici requisiti e concordare con i costruttori specifici mezzi per una maggiore resistenza alla radiazione UV.	**CEI EN IEC 61439-4** Per i quadri ASC, quando gli involucri sono realizzati in materiale sintetico o in metallo ricoperto da materiale sintetico, questi devono essere resistenti alla radiazione UV. **CEI EN IEC 61439-7** Solo per i quadri installati all'esterno, la realizzazione degli involucri in materiale sintetico o in metallo ricoperto da materiale sintetico resistente alla radiazione UV è condizione sufficiente per soddisfare il requisito in località dal clima temperato.

750

Inchiesta pubblica

Requisiti	Condizioni normali di esercizio relative ai quadri BT		
	CEI EN IEC 61439-1 Parte 1: Regole generali CEI EN IEC 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza		Requisiti particolari definiti nelle Parti 3, 4, 5, 6 e 7
Resistenza alla corrosione	**Installazione all'interno**	**Installazione all'esterno**	**CEI EN IEC 61439-4** Per i quadri ASC, in aggiunta, è richiesta anche la tenuta alla corrosione contro l'anidride solforosa.
	Prova di severità di livello A: – involucri metallici per uso all'interno; – quadri previsti per installazione all'interno; – parti metalliche interne di quadri per uso all'interno ed all'esterno.	Prova di severità di livello B: – involucri metallici per uso all'esterno; – parti metalliche esterne di quadri per uso all'esterno. Per quadri installati all'esterno in condizioni di prolungato servizio senza manutenzione e di condizioni particolarmente onerose (per esempio in presenza di salsedine), possono essere necessarie ulteriori misure di protezione. L'utilizzatore deve specificare queste condizioni specifiche e concordare con il costruttore eventuali misure protettive.	
Intervallo della temperatura ambiente entro il quale il quadro deve operare normalmente	**Installazione all'interno**	**Installazione all'esterno**	**CEI EN IEC 61439-4** Per tutti i quadri: Limite inferiore = - 25 °C Limite superiore = +40 °C Massimo valore medio nelle 24 h = +35 °C **CEI EN IEC 61439-5** Per i quadri PENDA-O: Limite inferiore = -25 °C Per clima artico: Limite inferiore = -50 °C **CEI EN IEC 61439-7** Per i quadri Limite inferiore per installazione all'interno = -5 °C Limite inferiore per installazione all'esterno = - 25 °C Limite superiore = +40 °C Massimo valore medio nelle 24 h = +35 °C
	Limite inferiore = -5 °C Limite superiore = +40 °C Massimo valore medio nelle 24 h = +35 °C	Limite inferiore = -25 °C Limite superiore = +40 °C Massimo valore medio nelle 24 h = +35 °C	
	NOTA Se valori differenti di temperatura devono essere applicati, questi devono essere specificati dall'utente e oggetto di accordo con il costruttore dei quadri (condizioni di servizio speciali)		
Massima umidità relativa	**Installazione all'interno**	**Installazione all'esterno**	**CEI EN IEC 61439-4** Per tutti i quadri: Limite superiore temporaneo = 100 % a +25 °C in aria libera. **CEI EN IEC 61439-7** Per tutti i quadri: Limite superiore per installazione all'interno = 50 % a +40 °C Limite superiore per installazione all'esterno = 100 % a +25 °C
	Limite superiore = 95 % da −5 °C to +30 °C 70 % a +35 °C 57 % a +40 °C Occorre tener conto di una moderata condensazione che può avvenire occasionalmente per variazioni di temperatura	Limite superiore = 100 % da −25 °C a +27 °C 60 % a +35 °C 46 % a +40 °C .	
	NOTA Se devono essere applicati valori differenti di umidità, questi devono essere specificati dall'utente e oggetto di accordo con il costruttore dei quadri (condizioni di servizio speciali).		

751

Inchiesta pubblica

Requisiti	Condizioni normali di esercizio relative ai quadri BT	
	CEI EN IEC 61439-1 Parte 1: Regole generali **CEI EN IEC 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza**	**Requisiti particolari definiti nelle Parti 3, 4, 5, 6 e 7**
Grado d'inquinamento	Il grado di inquinamento è riferito alle condizioni dell'ambiente per il quale è destinato il quadro. Per i dispositivi di manovra e per i componenti all'interno di un involucro si applica il grado di inquinamento delle condizioni ambientali all'interno dell'involucro, dal momento che è quello che permette di valutare le distanze di isolamento in aria e superficiali, nel microambiente. Si distinguono i seguenti quattro gradi di inquinamento: – *Grado di inquinamento 1:* Non esiste inquinamento o soltanto inquinamento secco e non conduttore. L'inquinamento è ininfluente. – *Grado di inquinamento 2:* Presenza di solo inquinamento non conduttore; occasionalmente si può verificare una conducibilità temporanea provocata dalla condensazione. – *Grado di inquinamento 3:* Presenza di inquinamento conduttore o di inquinamento secco non conduttore che diventa conduttore in seguito alla condensazione. – *Grado di inquinamento 4:* Conducibilità persistente causata da polvere conduttrice, da pioggia o altre condizioni di bagnato. Tutti i gradi di inquinamento possono essere applicati; tuttavia per installazioni di tipo industriale si applica, in genere, il grado 3, mentre per un'applicazione domestica si applica, in genere, il grado 2. Per la presente Norma il grado d'inquinamento 4 non si applica al microambiente interno al quadro. Ai quadri per applicazioni fotovoltaiche (PVA), si applica il grado 2 per installazioni domestiche all'interno, il grado 3 per le altre installazioni domestiche, mentre il grado 4 per installazioni all'esterno. Si possono applicare altri gradi di inquinamento in funzione di applicazioni particolari o del microambiente; in questo caso l'utente deve specificare il grado di inquinamento richiesto dall'applicazione specifica.	**CEI EN IEC 61439-3** Il Grado d'inquinamento minimo è uguale a 2. **CEI EN IEC 61439-4** Si applicano solo i gradi di inquinamento 3 e 4. Il microambiente può essere ridotto al grado di inquinamento 2 se il grado di protezione dell'involucro è almeno IP5X e se si presta attenzione ad evitare la condensazione. **CEI EN IEC 61439-7** Per tutti i quadri, per installazione all'interno il grado di inquinamento minimo è uguale a 2. Per installazioni all'esterno, si devono seguire le indicazioni del costruttore del quadro.
Altitudine	L'altitudine massima è di 2 000 m. Dal momento che altitudini superiori possono avere influenza sugli effetti causati dalla rarefazione dell'aria, come per esempio la rigidità dielettrica, la capacità di interruzione degli apparecchi e la loro portata, l'utente deve specificare se l'installazione avverrà ad altitudini superiori a quanto sopra definito.	

752

Inchiesta pubblica

Requisiti	Condizioni normali di esercizio relative ai quadri BT	
	CEI EN IEC 61439-1 Parte 1: Regole generali **CEI EN IEC 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza**	**Requisiti particolari definiti nelle Parti 3, 4, 5, 6 e 7**
Ambiente elettromagnetico	Per la maggioranza delle applicazioni di quadri che rientrano nel campo di applicazione della presente Norma, si considerano due categorie di condizioni ambientali designate come: – ***Ambiente A***: si riferisce a una rete alimentata da un trasformatore di alta o media tensione dedicato all'alimentazione di un'istallazione che alimenta un impianto manifatturiero o similare e previsto per funzionare in un ambito industriale o nelle vicinanze, come descritto di seguito. La Norma si applica anche a un'apparecchiatura che funziona a batteria e che è destinata ad essere usata in ambiti industriali. Gli ambienti compresi sono industriali sia per esterno, sia per interno. Gli ambienti industriali sono inoltre caratterizzati dall'esistenza di una o più delle seguenti situazioni: – apparecchi industriali, scientifici e medicali (come definito nella - CISPR11:2024); – carichi fortemente induttivi o capacitivi che sono frequentemente commutati; – correnti e campi magnetici associati elevati. ***Ambiente B***: si riferisce alle reti pubbliche a bassa tensione, o agli apparecchi collegati ad un'alimentazione dedicata in c.c. che è prevista come interfaccia tra l'apparecchiatura e la rete pubblica di bassa tensione. Si applica anche ad apparecchi che funzionano a batteria o che sono alimentati da reti di distribuzione a bassa tensione non pubbliche, ma non industriali, se questi apparecchi sono previsti per essere usati negli ambiti descritti di seguito. Gli ambienti compresi sono residenziali, commerciali e dell'industria leggera sia per esterno sia per interno. Il seguente elenco, anche se non esaustivo, fornisce un'indicazione degli ambiti in cui sono compresi: – immobili residenziali, per es. case, appartamenti; – punti vendita, per es. negozi, supermercati; – locali professionali, per es. uffici, banche; – aree di intrattenimento pubblico, per es. cinema, bar, discoteche; – postazioni all'aperto, per es. stazioni di servizio, parcheggi, centri sportivi e di divertimento; – locali per l'industria leggera, per es. officine, laboratori, centri di servizi. Gli ambiti che sono caratterizzati da un'alimentazione diretta dalla rete di distribuzione pubblica a bassa tensione sono considerati come residenziali, commerciali o dell'industria leggera. NOTA 1 L'ambiente A è trattato nelle Norme EMC generiche CEI EN 61000-6-2 e CEI EN 61000-6-4. NOTA 2 L'ambiente B è trattato nelle Norme EMC generiche CEI EN 61000-6-1 e CEI EN 61000-6-3. Le condizioni ambientali A e/o B per cui il quadro è adatto sono stabilite dal costruttore del quadro. L'utilizzatore deve specificare comunque la condizione ambientale richiesta. L'ambiente B è più restrittivo. Un quadro adatto per l'ambiente B può essere utilizzato, senza modifiche, anche per l'ambiente A.	

Inchiesta pubblica

6.3 Condizioni speciali di servizio

Se esiste una condizione speciale di servizio, essa deve essere conforme alle prescrizioni particolari applicabili o si deve prevedere un accordo particolare tra il costruttore del quadro e l'utilizzatore. L'utilizzatore deve informare il costruttore del quadro nel caso in cui esistano queste condizioni di servizio.

Sono condizioni speciali di servizio quelle che:

a) si differenziano dalle condizioni normali di servizio, ma le considerazioni circa l'influenza che esse possono avere sulla capacità del quadro di operare correttamente portano a definire tale influenza non importante;

b) si differenziano dalle condizioni normali di servizio, ma le considerazioni circa l'influenza che esse possono avere sulla capacità del quadro di operare correttamente portano a definire tale influenza importante.

Nel primo caso non deve essere preso alcun provvedimento particolare ricadendo nei casi illustrati precedentemente.

Nel secondo caso l'utilizzatore deve specificare ogni condizione speciale di servizio presente nel luogo di installazione del quadro che potrebbe influenzare l'operatività del quadro stresso.

Nella Tabella 4 di seguito è riportata, una serie di esempi per le condizioni speciali di esercizio riferiti alla Norma CEI EN IEC 61439-1 e relative Parti.

Tabella 4 – Requisiti per le condizioni speciali di esercizio

Requisiti	Condizioni speciali di esercizio per quadri BT	
	CEI EN IEC 61439-1 Parte 1: Regole generali **CEI EN IEC 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza**	**Requisiti particolari definiti nelle Parti 3, 4, 5, 6 e 7**
Intervallo della temperatura ambiente entro il quale il quadro deve operare normalmente	– valori di temperatura, di umidità relativa e/o di altitudine diversi da quelli specificati; – esposizione a condizioni climatiche estreme; – applicazioni in luoghi dove le variazioni di temperatura e/o di pressione dell'aria si verificano così rapidamente che possono prodursi eccezionali condensazioni all'interno del quadro.	**CEI EN IEC 61439-5** Accordo tra il costruttore e l'utilizzatore per prescrizioni supplementari per un PENDA-O, da installare dove si verificano forti cadute di neve e dove essi sono adiacenti ad aree in cui la neve è rimossa da spazzaneve. NOTA I "PENDA" sono quadri di distribuzione in reti pubbliche.
Protezione contro l'ingresso di corpi solidi e liquidi	– forte inquinamento dell'aria dovuto a polvere, fumi, particelle corrosive o radioattive, vapori o sali; – attacchi da muffe o da piccoli animali.	**CEI EN IEC 61439-4** Atmosfera fortemente inquinata
Protezione contro urti, vibrazioni, eventi sismici e impatti meccanici esterni	– esposizione a forti vibrazioni, urti associati con applicazioni in campo dei trasporti, dell'industria e delle miniere; – esposizione ad impatti meccanici di alta energia.	**CEI EN IEC 61439-5** L'esposizione alle vibrazioni provenienti dal traffico e/o da scavi occasionali del terreno è una condizione normale di servizio per i PENDA. NOTA Se l'uso previsto è in miniera grisutosa, vanno applicati anche i requisiti particolari della CEI EN 60079-0.

Inchiesta pubblica

Requisiti	Condizioni speciali di esercizio per quadri BT	
	CEI EN IEC 61439-1 Parte 1: Regole generali **CEI EN IEC 61439-2 Parte 2: Quadri di potenza**	**Requisiti particolari definiti nelle Parti 3, 4, 5, 6**
Pericolo d'incendio o di esplosioni	– installazione in luoghi dove esiste la presenza di atmosfere esplosive; – possibilità di essere esposto a incendio.	**CEI EN IEC 61439-6** Applicazioni che richiedono una prestazione definita in condizioni di incendio, per es. integrità dei circuiti per un tempo definito. NOTA In aggiunta, se è destinato a luoghi con atmosfere esplosive, vanno applicati i requisiti particolari della Norma CEI EN 60079-0.
Sovratensioni eccezionali e contenuto armonico	– presenza di condizioni di sovratensione eccezionale o fluttuazione di tensioni; – presenza di eccessive armoniche nella tensione di alimentazione o nella corrente di carico.	
Ambiente elettromagnetico	– esposizione ad intensi campi elettrici o magnetici; – esposizione ai disturbi condotti e irradiati diversi da quelli elettromagnetici e ai disturbi elettromagnetici in ambienti diversi da quelli previsti.	**CEI EN IEC 61439-6** Installazione vicino ad apparecchiature IT altamente sensibili, quali reti di dati ad alta velocità, apparecchi di radiologia, dispositivi di controllo di stazioni di lavoro, ecc.
Carichi meccanici	Non definito.	**CEI EN IEC 61439-6** Esposizione a carichi meccanici speciali, quali apparecchi di illuminazione, cavi supplementari, supporti di scale.
Sovracorrenti elevate ripetute	Non definito.	**CEI EN IEC 61439-6** Applicazioni con sovracorrente ripetitiva elevata, per es. saldatura a resistenza.

7 Installazione, messa in servizio e manutenzione

7.1 Generalità

Nella Norma CEI EN IEC 61439-1 è previsto chiaramente che il costruttore del quadro debba specificare, nei suoi documenti o cataloghi, le eventuali condizioni per l'installazione, la messa in servizio, il funzionamento e la manutenzione del quadro e degli apparecchi in esso contenuti.

Inoltre, le Norme tecniche CEI confermano, per il conduttore dell'impianto, la necessità di eseguire le attività di manutenzione in base alle indicazioni fornite dall'impiantista e dal costruttore del quadro.

Nel caso in cui il quadro possa essere alimentato da più di una sorgente (es. rete, generatore fotovoltaico, gruppi elettrogeni, batterie, ...) informazioni dettagliate sulla configurazione devono essere fornite ed una targa di attenzione indicante questa possibilità deve essere apposta dal costruttore del quadro. Analoga attenzione deve essere posta nel fornire informazioni dettagliate ed eventuali targhe di attenzione nel caso nel quale non sia ovvia la configurazione.

Inchiesta pubblica

7.2 Installazione

La posizione d'installazione del quadro deve essere tale da garantire un'adeguata accessibilità sia agli organi di manovra che alle altre parti che possono essere oggetto di manutenzione.

Al momento della progettazione delle cabine e dei locali tecnici si deve tener conto delle dimensioni e del posizionamento del quadro, al fine di rispettare le prescrizioni per una facile accessibilità agli organi di manovra e/o agli strumenti di misura e/o indicatori, nonché per una corretta manutenzione. In particolare:

- le connessioni dei terminali, con esclusione dei conduttori di protezione, dovrebbero essere collocate ad almeno 0,2 m dalla base del quadro ed in posizione tale da rendere, per quanto possibile, facile le operazioni di connessione e sconnessione;
- gli strumenti che devono essere letti dagli operatori dovrebbero essere collocati in una zona tra 0,2 m e 2,2 m dalla base del quadro;
- tutti i dispositivi di manipolazione (maniglie, pulsanti, ecc.) dovrebbero essere collocati in una zona tra 0,2 m e 2,0 m dalla base del quadro;
- gli attuatori dei dispositivi di emergenza dovrebbero essere accessibili in una zona tra 0,8 m e 1,6 m, sempre dalla base del quadro.

I principali sistemi d'installazione di un quadro sono:

- l'installazione a pavimento, quando il quadro poggia sulla superficie del pavimento o su plinti appositamente costruiti, o
- l'installazione a parete, dove il quadro è solidamente fissato ad una parete della cabina o ad una parete appositamente costruita.

L'utente finale deve fornire al costruttore tutte le informazioni necessarie del luogo ove installato il quadro. In particolare, nel caso di quadri elettrici che non hanno un luogo fisso di installazione, come, per esempio, i quadri di cantiere, l'utente deve fornire le caratteristiche ambientali specifiche relative ai diversi ambienti nei quali il quadro verrà utilizzato.

È altresì importante che l'utente specifichi:

- il tipo di conduttore/i con i quali il quadro verrà collegato all'impianto (cavi, sbarre o condotti sbarre o trecce di collegamento),
- i punti di ingresso/uscita di questi collegamenti (in modo che una volta collegati sia garantito il grado di protezione IP),
- il materiale dei conduttori (rame, alluminio o altro),
- il metodo di connessione,

in modo che sia sempre garantita la necessaria pressione di contatto in relazione alla corrente nominale e la capacità di sostenere gli eventuali sforzi in condizioni di cortocircuito.

Riguardo alle dimensioni esterne del quadro è consigliabile, soprattutto se installato in luoghi angusti o di passaggio, verificare che non esistano impedimenti, se richiesta, alla completa apertura di porte, telai girevoli pareti posteriori e pannelli.

Anche se non espressamente richiesto dalle pratiche operative e di manutenzione, una facile accessibilità alle diverse parti interne del quadro è, in genere, buona pratica.

Inoltre, l'istallazione deve consentire al personale, in caso di emergenza, di raggiungere senza difficoltà le uscite di sicurezza.

In presenza di quadri di notevole larghezza (più colonne collegate in batteria), in fase di progetto o costruzione devono essere definiti i punti di suddivisione meccanica che permettano sezioni più facilmente movimentabili (considerando la massima dimensione trasportabile sull'automezzo "soprattutto in altezza") e ricomponibili.

Inchiesta pubblica

Istruzioni dettagliate devono essere fornite al riguardo dal costruttore del quadro.

È compito del costruttore specificare nei suoi documenti di progetto o cataloghi eventuali condizioni particolari per l'installazione e l'assemblaggio in sito, nonché fornire indicazioni relative al sollevamento, indicando chiaramente la posizione dei golfari e delle funi in funzione delle dimensioni e del peso massimo sollevabile.

Le varie sezioni formanti il quadro completo devono essere unite meccanicamente ed i collegamenti elettrici devono essere ripristinati prima del fissaggio dell'intera struttura. Il quadro, se installato a pavimento, deve essere fissato su una base livellata e priva di asperità mediante fori e tasselli di espansione (o altri sistemi legati a specifiche necessità, ad es., nel caso di installazioni in aree con sollecitazioni sismiche), in accordo con quanto indicato nella documentazione tecnica fornita dal costruttore originale. Identiche precauzioni sono da seguire nel caso di installazione a parete con opportuni staffaggi.

Nel caso di quadri per uso domestico e similare (ad esempio, conformi alla CEI 23-51), per garantire un'adeguata accessibilità del quadro e degli organi di comando degli apparecchi da parte di tutti gli utenti (incluse le persone con disabilità o specifica necessità), si raccomanda una installazione che preveda di posizionare il centro del quadro ad una altezza compresa tra 0,75m e 1,4m dal piano di calpestio, garantendo comunque che il comando degli apparecchi non si trovi ad una altezza superiore a 1,4m da tale piano.

7.3 Messa in servizio

Prima di alimentare il quadro è necessario compiere una serie di controlli per ridurre al minimo le possibili situazioni di pericolo causate dal trasporto (allentamento dei serraggi, possibile penetrazione di corpi estranei o polveri conduttrici, ecc.) e dall'assemblaggio in sito.

Il costruttore del quadro deve indicare una lista delle operazioni preliminari di controllo (verifiche meccaniche ed elettriche) da eseguire.

Qui di seguito, a titolo di esempio, si riporta una lista di possibili controlli da utilizzare a seconda del tipo di quadro.

- Controllo visivo generale (pulizia e eliminazione dei danni dovuti al trasporto).
- Verifica del corretto posizionamento di barriere e dello stato delle guarnizioni.
- Verifica dei serraggi delle connessioni.
- Verifica dei serraggi del circuito di protezione.
- Verifica del valore di resistenza d'isolamento tra le tre le fasi e tra le fasi e la massa.
- Verifica della correttezza della manovra di apertura/chiusura su ogni interruttore o dispositivo di manovra e controllo.
- Verifica degli interblocchi meccanici.
- Verifica delle funzionalità della manovra di estrazione e inserzione sugli interruttori estraibili/rimovibili.
- Verifica del collegamento dei circuiti ausiliari e di misura.
- Verificare della corretta accensione degli eventuali strumenti di misura elettronici.
- Verifica del corretto intervento dei relè dotati di tasto di test.
- Verifica delle segnalazioni degli ausiliari.

Inchiesta pubblica

- Verifica delle bobine di apertura o di sgancio di emergenza.
- Verifica delle sequenze operative per interruttori motorizzati.
- Verifica dei circuiti ausiliari degli interruttori estraibili in posizione di sezionato.
- Verifica della regolazione di interruttori e di altri sistemi di protezione.
- Verifica delle indicazioni di voltmetri, lampade, analizzatori.
- Verifica dell'intervento dei differenziali mediante tasto Test.
- Verifica della corretta accensione dei relè degli interruttori elettronici.
- Verifica della corretta accensione dei dispositivi di comunicazione (concentratori, gateway).

Prima di avviare la procedura di "messa in tensione" è necessario rimontare le coperture precedentemente rimosse, ripristinare i collegamenti equipotenziali e tutti gli altri collegamenti eventualmente aperti per poter condurre le verifiche.

La "messa in tensione" del quadro può essere riassunta in quattro fasi:

- la chiusura degli interruttori di arrivo linea;
- la verifica del corretto funzionamento degli strumenti di misura, delle lampade e degli analizzatori di rete;
- la chiusura individuale degli interruttori di uscita;
- la verifica del funzionamento delle utenze (se possibile).

In caso di apertura non prevista di un interruttore è necessario ricercare la causa del guasto e ripetere la procedura.

7.4 Manutenzione

Al termine dell'installazione e della messa in servizio del quadro e dell'impianto nel suo complesso, si deve procedere con la pianificazione delle attività di *"manutenzione"*. La manutenzione è un complesso di attività tecniche ed amministrative rivolte alla conservazione e al ripristino della completa funzionalità e efficienza di una qualsiasi apparecchiatura di un impianto.

L'attività di manutenzione deve essere organizzata secondo un preciso piano di manutenzione, redatto dall'utente sulla base delle informazioni e istruzioni di manutenzione fornite dal costruttore del quadro.

Gli interventi di manutenzione devono essere eseguiti nel rispetto dei provvedimenti legislativi e delle norme tecniche applicabili.

NOTA Per la manutenzione si veda anche quanto indicato nella Norma CEI 78-17, "Manutenzione delle cabine elettriche MT/BT dei clienti/utenti finali".

Si possono considerare due differenti livelli di manutenzione:

- la manutenzione preventiva e predittiva (ordinaria),
- la manutenzione correttiva (straordinaria).

7.4.1 Manutenzione preventiva (ordinaria)

È quella attività volta a prevenire guasti e disservizi ed a limitare la normale usura del quadro elettrico. Essa viene eseguita ad intervalli predefiniti oppure in base a criteri prestabiliti (es. al raggiungimento di un certo numero di manovre) e prevede una serie di controlli e verifiche con lo scopo di mantenere i quadri elettrici in condizioni ottimali di funzionamento.

Inchiesta pubblica

Nella Tabella 5 di seguito è riportato un esempio di piano di manutenzione, dove

- nella prima colonna sono elencate le operazioni di verifica da eseguire,
- nella seconda colonna la loro frequenza di esecuzione (per es.: mensile, bimestrale, trimestrale, annuale, ecc.).

Tabella 5 – Esempio di piano di manutenzione preventiva

Tipo di verifica da eseguire	Frequenza
Controllo visivo del quadro e rilievo di fattori anormali, quali p.es. temperatura ambiente anomala, presenza di odori a seguito di surriscaldamenti o bruciature, presenza di vibrazioni, sfrigolii, presenza di corpi estranei, ecc.	
Verifica integrità del quadro	
Verifica integrità e presenza otturatori e diaframmi	
Verifica connessioni meccaniche struttura quadro	
Verifica visiva danneggiamenti meccanici, termici ed elettrici ed eventuali ossidazioni	
Verifica presenza targa identificativa e disponibilità schema elettrico	
Verifica corrispondenza apparecchiature a schema elettrico	
Verifica taratura dispositivi di protezione sulla base dei carichi rilevati	
Verifica efficienza strumenti di misura	
Verifica efficienza dispositivi di comunicazione	
Verifica integrità fusibili e lampade di segnalazione (circuiti ausiliari in generale)	
Verifica funzionamento meccanico delle apparecchiature, inclusi blocchi, interblocchi, parti estraibili	
Verifica funzionale dispositivi di protezione differenziali	
Prova funzionale trascinamento MT/BT (se presente)	
Prova funzionale circuiti di sicurezza	
Verifica del collegamento all'impianto di terra e dei conduttori di protezione	
Controllo coppie di serraggio degli elementi bullonati	
Controllo morsettiere, serraggio e connessioni cavi	
Controllo connettori, contatti a pinza, contatti striscianti	
Pulizia generale del quadro e relative apparecchiature, pulizia parti isolanti e parti attive, pulizia cinematismi, lubrificazioni	

Negli esempi di manutenzione in C.13.10 dell'Allegato C e D.13.10 dell'Allegato D della presente Guida, sono riportate le indicazioni del costruttore del quadro necessarie per realizzare il piano di manutenzione.

È compito dell'utilizzatore specificare quali delle sopra elencate operazioni debbano essere eseguite, in condizioni di esercizio o sotto tensione, da personale idoneo ed autorizzato (vedi Norma CEI 11-27); logicamente dovrebbero essere anche specificate tutte le condizioni nelle quali le operazioni di manutenzione ordinaria saranno svolte (per es. parte del quadro in tensione mentre si opera su altre unità funzionali, utilizzo di barriere di isolamento addizionali, ecc.).

Lo svolgimento dell'avvenuta manutenzione preventiva dovrà essere correttamente documentato (data, tipo di intervento, firma).

Inchiesta pubblica

7.4.1.1 Manutenzione predittiva

La manutenzione predittiva è una forma avanzata di manutenzione preventiva che, utilizzando metodi strumentali e/o analitici, permette di prevedere possibili malfunzionamenti dei componenti, definendo in anticipo quando sarà necessario effettuarne la manutenzione e, in funzione del tempo di vita residuo, la sostituzione.

Essa permette di minimizzare i tempi di fermo non programmati e ridurre il costo complessivo della manutenzione, ma richiede investimenti in soluzioni, quali, per esempio:

- prodotti e apparecchiature con sistemi di comunicazione e connessione,
- sensori addizioni all'interno del quadro,
- servizi di edge computing a livello delle apparecchiature,
- servizi di analisi dei dati raccolti dalle apparecchiature attraverso servizi e APP in cloud.

7.4.2 Manutenzione correttiva (straordinaria)

È l'attività svolta a seguito di un guasto o per un intervento di ripristino o per modifiche e migliorie degli impianti che non ne modificano in modo sostanziale le prestazioni.

Anche in questo caso l'utilizzatore deve specificare se le operazioni dovranno essere eseguite in condizioni di esercizio, in tensione, oppure con il quadro isolato dall'impianto.

Essendo l'intervento di manutenzione correttiva legato ad un evento non sempre prevedibile, è difficile programmare le attività da svolgere dal momento che esse sono strettamente conseguenti all'evento che ha reso necessaria la manutenzione stessa; quindi, il piano d'intervento dovrà essere steso di volta in volta.

Di seguito si riporta un esempio di attività da svolgere a seguito di un cortocircuito:

- messa in sicurezza dell'impianto secondo le procedure dei lavori fuori tensione indicate in 6.2 della Norma CEI 11-27;
- identificazione della causa del guasto/cortocircuito e sua rimozione;
- controllo visivo delle barre, apparecchi, parti di isolamento, ecc.;
- ove fattibile, pulizia delle parti annerite;
- verifica dell'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, ecc.);
- se necessario, sostituzione degli apparecchi, sbarre, cavi o altre parti danneggiate;
- verifica delle coppie di serraggio delle connessioni bullonate;
- sconnessione dell'utenza del quadro elettrico;
- verifica della resistenza d'isolamento della linea e della rigidità dielettrica del quadro;
- ripristino del collegamento dell'utenza del quadro elettrico;
- alimentazione dei vari circuiti verificandone il corretto funzionamento.

Potrebbe, invece, risultare possibile stendere, a priori e in funzione delle caratteristiche del quadro e del suo impiego, una tabella dove sono riportare le "Anomalie" che possono verificarsi durante l'esercizio e, per ciascuna di queste, le possibili cause e gli eventuali rimedi.

8 Prescrizioni costruttive e di prestazione del progetto

8.1 Prescrizioni costruttive del progetto e verifiche associate.

Nella Norma CEI EN IEC 61439-1 vengono introdotte prescrizioni costruttive e relative verifiche alle quali è necessario sottoporre il prodotto per verificarne l'idoneità.

Inchiesta pubblica

Esse riguardano

- robustezza dei materiali e delle parti (riferimento ai paragrafi della Norma 8.1 – 10.2);
- grado di protezione fornito dall'involucro del quadro (riferimento ai paragrafi della Norma 8.2 – 10.3);
- distanze di isolamento in aria e distanze di isolamento superficiale (riferimento ai paragrafi della Norma 8.3 – 10-4);
- protezione contro la scossa elettrica (riferimento ai paragrafi della Norma 8.4- 10.5);
- installazione di dispositivi di protezione e di componenti (riferimento ai paragrafi della Norma 8.5 – 10.6);
- circuiti elettrici interni e collegamenti (riferimento ai paragrafi della Norma 8.6 – 10.7);
- raffreddamento (riferimento al paragrafo della Norma 8.7);
- terminali per conduttori esterni (riferimento ai paragrafi della Norma 8.8 – 10.8).

8.1.1 Robustezza dei materiali e delle parti

Se si utilizza un involucro vuoto, conforme alla CEI EN 62208, e non modificato in maniera tale da degradarne la prestazione, non è richiesta la ripetizione delle prove relative alla robustezza del materiale e delle parti dello stesso (vedi 10.2 della Norma CEI EN IEC 61439-1).

8.1.1.1 Resistenza alla corrosione

La protezione contro la corrosione si ottiene utilizzando materiali adatti o utilizzando adeguati rivestimenti protettivi.

La verifica si applica agli involucri metallici ferrosi e ad altre parti metalliche ferrose facenti parte del quadro.

La Norma prevede due prove di differente severità, in base all'ambiente a cui l'involucro (o la parte del quadro) è destinato.

La prova con grado di severità A è indicata per quadri destinati ad essere installati all'interno, mentre una verifica con grado di severità B è suggerita per installazioni all'esterno.

Dopo tali prove l'involucro non deve mostrare evidenze di fessurazioni o altro deterioramento, a parte ossido di ferro come ammesso dalla ISO 4628-3:2016 per un grado di ruggine R1, l'integrità meccanica non sia compromessa, le guarnizioni non siano danneggiate, le porte/cerniere/serrature/chiusure funzionino senza sforzi anomali.

La Norma permette di effettuare questa verifica anche tramite confronto con prove effettuate su campioni rappresentativi, simili a quelli da valutare (stesso costruttore, stesso trattamento superficiale, stesso processo di produzione).

Inchiesta pubblica

8.1.1.2 Proprietà dei materiali isolanti

È necessario verificare:

a) la stabilità termica (8.1.3.1- 10.2.3.1) degli involucri e delle loro parti, realizzati con materiale isolante, con la prova del caldo secco, secondo la Norma CEI EN 60068-2-2. Non è necessario sottoporre alla prova tutte quelle parti del quadro che hanno unicamente una funzione decorativa. L'involucro o il campione di involucro, al termine della prova, non deve presentare incrinature e non deve essere colloso o vischioso. Anche in questo caso la Norma permette di effettuare questa verifica tramite confronto con prove effettuate su campioni rappresentativi simili a quelli da valutare (stesso colore, stesso o maggiore spessore, stesso processo di produzione);

b) la resistenza al calore normale (8.1.3.2.2), verificando che i materiali isolanti scelti siano compatibili con il livello di temperatura raggiunto durante il normale funzionamento in servizio (per tale verifica si suggerisce, per esempio, l'uso degli indici di classe termica, definiti secondo CEI EN 60085 o i TI secondo CEI EN 60216);

c) la resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco (8.1.3.2.3 – 10.2.3.2), con la prova del filo incandescente descritta nella CEI EN 60695-2-10 e CEI EN 60695-2-11. Tale verifica deve essere eseguita su tutti i componenti costruiti in materiale isolante, facenti parte del quadro in condizione di normale utilizzo (ad es. gli isolatori delle sbarre, i diaframmi isolanti, i pannelli, ecc.). In alternativa la Norma permette al costruttore originale di verificarne la conformità tramite i dati forniti dal costruttore del materiale isolante usato, in accordo alla CEI EN 60695-2-12, con riferimento alle temperature richieste per la prova del filo incandescente. Si ricorda che i riferimenti normativi sono: 960 °C per le parti destinate a mantenere in posizione parti che portano corrente, 850 °C per involucri destinati ad essere installati nelle cavità dei muri (pareti in cartongesso), 650 °C per tutte le altre parti.

8.1.1.3 Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV).

Questa proprietà va verificata su campioni rappresentativi d'involucri e parti esterne di quadri destinati a essere installati all'esterno e costituiti da materiali isolanti o metallici rivestiti da materiali sintetici (non semplice verniciatura senza funzioni isolanti).

Essi vanno sottoposti alla prova in accordo con il metodo A, Ciclo 1 della ISO 4892-2, con irraggiamento per un periodo di prova totale di 500 h e verifiche finali di:

- per involucri in materiali isolanti: resistenza a flessione (ISO 178) e resistenza ad urto con pendolo Charpy (ISO 179);
- per involucri rivestiti da materiali sintetici: tenuta del rivestimento sintetico (ISO 2409).

L'esito è positivo se

- nel primo caso non si hanno fessurazioni o deterioramenti visibili e i valori residui delle resistenze verificate siano almeno il 70% dei valori misurati su campioni nuovi,
- nel secondo caso l'aderenza del materiale sintetico deve avere la ritenzione minima della categoria 3 della ISO 2409.

In alternativa, il costruttore può avvalersi del confronto con prove precedenti significative, oppure con riferimento ai dati indicati dal fornitore del materiale isolante.

8.1.1.4 Resistenza meccanica.

Tutti gli involucri o diaframmi, compresi i mezzi di bloccaggio e le cerniere delle porte, devono essere in grado di resistere alle sollecitazioni alle quali possono essere sottoposti in servizio normale e durante le condizioni di cortocircuito.

La verifica non va effettuata sugli apparecchi utilizzati nel quadro che sono stati provati in accordo con le relative norme di prodotto, purché il comportamento meccanico delle parti mobili non sia stato inficiato da modifiche non conformi alle originali disposizioni di montaggio.

inchiesta pubblica

Sulle parti che necessitano di essere verificate si deve eseguire la prova che consiste nell'effettuare 200 cicli di manovra.

La medesima verifica deve essere effettuata sui dispositivi di interblocco.

La prova è superata se il funzionamento degli apparecchi, degli interblocchi, degli organi in movimento (es. porte), il grado di protezione, la prestazione richiesta per la manovra, ecc. non siano state compromesse.

Involucri con la stessa soluzione costruttiva sono coperti da prove effettuate su campioni rappresentativi.

8.1.1.5 Mezzi di sollevamento.

Quando il costruttore consiglia un metodo di sollevamento diverso da quello manuale, ad esempio mediante una gru o un carrello elevatore, le unità trasportabili devono essere dotate di un'apposita predisposizione per il loro sollevamento.

La verifica può essere effettuata, in accordo alla Norma, tramite prova o per confronto con un progetto di riferimento.

Si ricorda come la disposizione dei pesi aggiuntivi all'interno della struttura del quadro da provare debba essere definita dal costruttore dello stesso.

8.1.2 Grado di protezione fornito dall'involucro del quadro.

Per la protezione fornita dall'involucro del quadro la Norma prevede due prestazioni:

- protezione contro l'impatto meccanico (codice IK in accordo alla CEI EN 62262) (da dichiarare a discrezione del costruttore originale, quando non richiesto dalla Norma di prodotto);
- protezione contro i contatti con parti attive, l'ingresso di corpi solidi e di acqua (codice IP in accordo alla CEI EN 60529).

I gradi di protezione richiesti devono essere stabiliti dal committente in funzione del tipo d'installazione del quadro e dell'ambiente in cui verrà posto.

8.1.2.1 Protezione contro l'impatto meccanico (codice IK).

È da rilevare che se l'intero quadro non ha la stessa classificazione IK, (ad esempio le serrature, le cerniere, le prese, i visori possono avere una classificazione IK inferiore), il costruttore deve dichiarare le eventuali esclusioni applicabili al quadro. Se dichiarate, possono essere escluse, ad esempio, dalla verifica del grado IK le zone limitrofe a frontali di apparecchi, ad organi di manovra e apparecchi di interfaccia (es. display).

8.1.2.2 Protezione contro i contatti con parti attive, l'ingresso di corpi solidi e di acqua (codice IP)

Il grado di protezione IP definisce il livello di protezione dell'involucro contro il contatto con le parti attive (protezione delle persone dalla scossa elettrica), contro la penetrazione di corpi solidi estranei e contro l'accesso dell'acqua. Il grado di protezione deve essere specificato a quadro completo, in condizioni ordinarie di installazione e di utilizzo (ad esempio a porte chiuse). Se si montano dispositivi forando o tagliando l'involucro, è necessario utilizzare dispositivi che abbiano pari o superiore grado di protezione dell'involucro su cui andranno installati e seguire le istruzioni del loro fornitore per quanto riguarda la loro installazione.

Il grado di protezione di un quadro dopo l'installazione deve essere almeno pari a IP2X. Per i quadri destinati ad un utilizzo all'esterno senza protezione supplementare (ad esempio tettoia), la seconda cifra caratteristica del grado IP deve essere almeno uguale a 3.

inchiesta pubblica

Nelle prove da IP X1 a IP X6 su un quadro, l'ingresso dell'acqua è ammesso solo se risulta evidente il suo percorso d'ingresso e se l'acqua viene in contatto con parti interne all'involucro solamente in aree non elettricamente attive (ad es. non devono essere ridotte le distanze di isolamento in aria e superficiali).

Per i quadri con parti asportabili, il grado di protezione viene normalmente definito nella posizione di servizio. Se tale grado di protezione non fosse mantenibile dopo la rimozione della parte asportabile, è necessario adottare opportuni accorgimenti per assicurare un adeguato grado di protezione (otturatori, serrande, ecc.).

Analogamente, nel caso di quadri a scomparti multipli o estensibili, va verificata la configurazione minima rappresentativa con le possibili unità aggiuntive installate.

Se si utilizza un involucro vuoto, il cui grado IP è stato verificato in accordo con la Norma CEI EN 62208, si deve semplicemente eseguire la verifica che nessuna eventuale modifica abbia comportato una diminuzione del grado di protezione. In questo caso non è richiesta alcuna prova aggiuntiva.

8.1.3 Distanze di isolamento in aria e superficiali.

All'interno del quadro, si ottiene un adeguato livello di isolamento tra le parti a diverso potenziale elettrico adottando sufficienti distanze di isolamento in aria e interponendo materiali isolanti tra:

- fase-fase;
- fase-neutro;
- fase-terra;
- neutro-terra (solo se il conduttore non è collegato direttamente a terra).

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 sopra.

I valori di distanza di isolamento in aria devono essere tali da garantire la tenuta alle sovratensioni transitorie (per esempio generate da fenomeni atmosferici), alle quali fa riferimento il valore della tensione nominale ad impulso U_{imp} del circuito in questione, definito in funzione della categoria di sovratensione dello stesso (fare riferimento alla Fig. 5 e al paragrafo 5.2).

La Tabella 6 di seguito mette in relazione i valori minimi di distanza di isolamento in aria con il grado di inquinamento e la tensione nominale ad impulso richiesta. È compito del costruttore originale quello di scegliere le distanze di isolamento superficiali, in funzione della tensione nominale di isolamento dei circuiti del quadro, considerando il grado di inquinamento e il tipo di materiale. Tali distanze non devono essere inferiori alle minime distanze di isolamento in aria associate.

L'utilizzo di nervature aventi precise caratteristiche dimensionali, consente di ridurre le distanze di isolamento superficiali (entro il limite massimo di 0,8 volte il valore di Tabella 2 della Norma CEI EN IEC 61439-1 e mai al di sotto della distanza di isolamento in aria).

L'Allegato F della Norma definisce nel dettaglio i criteri da adottare per la misurazione delle distanze in aria e superficiali.

I valori delle distanze di isolamento superficiali e lo spessore dell'isolamento solido devono essere tali da garantire la tenuta alla tensione a frequenza di esercizio.

Le distanze in aria e superficiali degli apparecchi installati nel quadro devono essere conformi a quanto prescritto dalle norme di prodotto.

Inchiesta pubblica

Tabella 6 – Minime distanze di isolamento in aria [(a)]
(dalla Tabella 1 della Norma CEI EN IEC 61439-1)

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

8.1.4 Protezione contro la scossa elettrica

8.1.4.1 Effettiva continuità della messa a terra tra le masse del quadro di classe I ed il circuito di protezione.

Le diverse masse del quadro devono essere effettivamente collegate al terminale per il conduttore di protezione esterno in entrata.

Per dispositivi montati su portella, coperchi o similari, con corrente di impiego inferiori o uguali a 16 A, la connessione elettrica può essere realizzata utilizzando elementi meccanici quali, ad esempio contatti striscianti, cerniere protette contro la corrosione, progettati e verificati appositamente per questo scopo.

La verifica deve essere eseguita utilizzando uno strumento di misura della resistenza in grado di far circolare almeno una corrente di 10 A (in c.a. o in c.c.). La corrente è fatta passare tra ogni massa ed il terminale per il conduttore di protezione esterno. La resistenza non deve superare 0,1 Ω.

8.1.4.2 Conduttori interni di protezione per guasto esterno al quadro.

In un quadro la sezione dei conduttori interni di protezione (PE, PEL, PEM, PEN), destinati ad essere connessi a conduttori esterni, non deve essere inferiore al valore calcolato con l'aiuto della formula indicata nell'Allegato B della parte 1 della Norma, usando la massima corrente e durata di guasto e tenendo in considerazione la limitazione dei dispositivi di protezione contro il corto circuito che proteggono i corrispondenti conduttori attivi.

La sezione minima dei conduttori PEL, PEM e PEN deve essere di 10 mm^2 per conduttori di rame e di 16 mm^2 per conduttori in alluminio.

La Tabella 5 della Parte 1 della Norma non sostituisce questa prescrizione: essa suggerisce solo la sezione minima del conduttore esterno che deve essere possibile collegare ai terminali di terra.

Per la verifica dei circuiti interni si vada quanto riportato in 8.2.3.5.

8.2 Prescrizioni delle prestazioni del progetto e verifiche associate

8.2.1 Proprietà dielettriche

L'idoneità a sopportare le sovratensioni temporanee e l'integrità dell'isolamento solido vengono verificate con una prova di tensione alla frequenza di esercizio, mentre l'idoneità a sopportare le sovratensioni transitorie viene verificata con una prova di tenuta alla tensione di impulso.

Inchiesta pubblica

Per verificare le proprietà dielettriche è necessario scollegare

- i dispositivi o parti di dispositivi che non sono in grado di sostenere il valore di tensione di prova, per esempio perché coordinati con scaricatori di tensione o progettati per tensioni inferiori;
- tutti i componenti che possono assorbire corrente durante la prova (ad esempio strumenti di misura, scaricatori di tensione, ecc.).

8.2.1.1 Verifica della tenuta a frequenza di esercizio

I valori di tensione di prova ai quali devono essere sottoposti i circuiti principali, ausiliari e di comando differiscono in funzione della connessione dei circuiti.

Per circuiti collegati direttamente al circuito principale è necessario fare riferimento alla Tabella 8 della Norma CEI EN IEC 61439-1.

Per i circuiti ausiliari che non sono collegati direttamente al circuito principale occorre fare riferimento alla Tabella 9 della Norma CEI EN IEC 61439-1.

Al momento dell'applicazione la tensione di prova deve essere inferiore al 50 % del valore pieno e deve essere aumentata progressivamente e mantenuta per 60 s.

Prove effettuate con tempi diversi da quelli previsti dalla versione attuale della Norma, definiti in accordo a precedenti versioni della stessa, sono da considerare accettabili e non devono essere ripetute.

La tensione di prova deve rispettare inoltre le seguenti caratteristiche:

- forma d'onda sinusoidale;
- frequenza uguale alla frequenza nominale del quadro, con una tolleranza del ±25 %;
- l'alimentazione utilizzata deve erogare una corrente sufficiente per far scattare il suo relè di massima corrente regolato a 100 mA, con i terminali di uscita cortocircuitati e tensione regolata all'appropriata tensione di prova;
- il relè di sovracorrente dell'apparecchiatura di prova non deve intervenire per correnti di uscita inferiori a 100 mA.

La prova deve essere effettuata:

- tra tutte le parti attive del circuito principale connesse tra di loro verso le masse,
- tra ciascuna parte attiva a diverso potenziale verso le altre parti attive connesse alle masse,

posizionando tutti gli apparecchi di manovra in posizione di chiuso o cortocircuitati tra ingresso e uscita.

Deve essere inoltre effettuata la prova tra ciascun circuito ausiliario e di comando non collegato direttamente al circuito principale e:

- il circuito principale;
- gli altri circuiti;
- le masse.

La prova può considerarsi accettata se il relè di sovracorrente non interviene e non si verifica alcuna scarica.

Inchiesta pubblica

Nella Norma sono altresì definite prove addizionali in caso di:

- involucri in materiale isolante (vedasi paragrafo 10.9.4 della Norma CEI EN IEC 61439-1);
- maniglie montate su porte o coperture esterne, in materiale isolante (vedasi paragrafo 10.9.5 della Norma CEI EN IEC 61439-1);
- conduttori e parti a tensione pericolosa, rivestiti di materiale isolante per fornire la protezione contro la scossa elettrica (vedasi paragrafo 10.9.6 della Norma CEI EN IEC 61439-1).

8.2.1.2 Verifica della tenuta ad impulso

8.2.1.2.1 Verifica mediante prova

La verifica di tenuta ad impulso può essere effettuata con prova di tensione specifica o valutando le distanze in aria nel quadro come indicato dalla Norma.

La tensione nominale di tenuta a impulso non deve essere inferiore a quella che, nella tabella dell'Allegato G della Norma CEI EN IEC 61439-1, corrisponde alla tensione nominale di alimentazione del circuito nel punto in cui il quadro installato per la categoria di sovratensione definita, con una tolleranza di ±3 %.

La prova deve essere effettuata con un valore di tensione ricavato della Tabella 10 della Norma CEI EN IEC 61439-1, in funzione dell'altitudine alla quale viene effettuata la prova.

Nella prova deve essere applicato un impulso di tensione con forma d'onda di 1,2/50 µs per 5 volte per ciascuna polarità ad intervalli minimi di 1 s, secondo la seguente procedura.

Si posizionano tutti gli apparecchi di manovra in posizione di chiuso (o se la posizione non viene mantenuta, si cortocircuitano i terminali a monte e a valle) e si applica una tensione impulsiva:

– tra tutte le parti attive a diverso potenziale del circuito principale connesse insieme (compresi i circuiti di comando e ausiliari connessi ai circuiti principali) verso le masse connesse ai circuiti di comando e ausiliari non connessi ai circuiti principali;
– tra ciascuna parte attiva a diverso potenziale del circuito principale verso le altre parti attive a diverso potenziale e le masse collegate tra loro.

Deve essere inoltre effettuata la prova tra ciascun circuito ausiliario e di comando non collegato direttamente al circuito principale e:

– il circuito principale;
– gli altri circuiti;
– le masse.

Questa prova non viene eseguita sui circuiti ausiliari:

– che contengono solo conduttori isolati con una tenuta dell'isolamento adeguata, come dichiarato dai relativi costruttori; e
– che sono protetti da dispositivi di protezione contro i cortocircuiti con un valore nominale non superiore a 16 A; e
– se è stata precedentemente effettuata una prova di funzionamento elettrico, applicando la tensione nominale di impiego per la quale i circuiti ausiliari sono progettati.

La prova può considerarsi accettata se non si verifica alcuna scarica.

Per le unità estraibili deve essere verificato che le distanze di sezionamento tra i contatti principali delle unità stesse ed i contatti fissi ad esse associati nella posizione di sezionato, siano in grado di tenere la tensione di prova per la tensione di tenuta ad impulso dichiarata, con i valori specificati nella Tabella 102 della CEI EN IEC 61439-2.

Inchiesta pubblica

Nel caso non si disponga di un'adeguata apparecchiatura per effettuare la prova ad impulso, è possibile effettuare prove alternative che tuttavia sollecitano maggiormente l'isolamento dei circuiti in prova. Queste sono:

a) Prova alternativa di tensione alla frequenza di esercizio

1. Si deve effettuare una prova di tensione a frequenza di esercizio con le seguenti caratteristiche:
   - forma d'onda sinusoidale;
   - frequenza uguale alla frequenza nominale del quadro, con una tolleranza del ±25 %;
   - l'alimentazione utilizzata deve erogare una corrente sufficiente per far scattare il suo relè di massima corrente regolato a 100 mA, con i terminali di uscita cortocircuitati e tensione regolata all'appropriata tensione di prova;
   - il relè di sovracorrente dell'apparecchiatura di prova non deve intervenire per correnti di uscita inferiori a 100 mA;
   - il valore della tensione di prova deve essere quello della Tabella 10 della Norma CEI EN IEC 61439-1 con una tolleranza del ±3 %.
2. Il valore efficace della tensione a frequenza di esercizio deve essere applicato a pieno valore una sola volta, per tre cicli.
3. Essa deve essere applicata al quadro come precedentemente descritto per la prova di tenuta all'impulso.
4. La prova può considerarsi accettata se il relè di sovracorrente non interviene e non si verifica alcuna scarica.

b) Prova alternativa di tensione in corrente continua

1. La prova si effettua con una tensione di prova avente un'ondulazione ritenuta trascurabile.
2. Devono inoltre essere rispettate le seguenti prescrizioni:
   - l'alimentazione utilizzata deve erogare una corrente sufficiente per far scattare il suo relè di massima corrente regolato a 100 mA, con i terminali di uscita cortocircuitati e tensione regolata all'appropriata tensione di prova;
   - il relè di sovracorrente dell'apparecchiatura di prova non deve intervenire per correnti di uscita inferiori a 100 mA;
   - il valore della tensione di prova deve essere quello della Tabella 10 della Norma CEI EN IEC 61439-1 con una tolleranza del ±3 %.
3. La tensione in corrente continua deve essere applicata tre volte per ciascuna polarità, con una durata 10 ms Essa deve essere applicata al quadro nel modo descritto precedentemente.
4. La prova può considerarsi accettata se il relè di sovracorrente non interviene e non si verifica alcuna scarica.

8.2.1.2.2 Verifica mediante valutazioni

Per la verifica della tensione di tenuta a impulso la Norma CEI EN IEC 61439-1 consente di utilizzare il metodo alternativo ed equivalente della valutazione del progetto.

La valutazione prevede, per le distanze di isolamento in aria, la misurazione fisica sul prototipo del quadro oppure la verifica delle misure sui disegni progettuali.

I metodi di misura sono riportati nell'Allegato F della Norma CEI EN IEC 61439-1. Se le distanze in aria sono almeno 1,5 volte maggiori dei valori indicati nella Tabella 7 della presente Guida non è necessaria la prova di tenuta a impulso.

In aggiunta, è necessario verificare che tutti gli apparecchi siano idonei per la tensione U_{imp} dichiarata per il quadro.

inchiesta pubblica

8.2.2 Riscaldamento

8.2.2.1 Generalità

La verifica di riscaldamento del quadro ne dimostra il corretto dimensionamento da un punto di vista termico, in modo che, quando i circuiti sono percorsi dalle loro correnti nominali in condizioni definite, le sovratemperature non superino i limiti specificati (per componenti interni, terminali esterni per collegamento di conduttori isolati, sbarre e conduttori interni, organi di comando manuale, involucri e coperture esterne accessibili) con riferimento ad una temperatura media dell'aria ambiente di 35°C.

I limiti di sovratemperatura sono definiti in Tabella 6 della Norma CEI EN IEC 61439-1 riferiti ad una temperatura media giornaliera ambiente di +35 °C.

In generale, le correnti da considerare nella verifica devono rappresentare le reali condizioni di impiego del quadro. I valori nominali delle correnti, associati alle singole unità funzionali, quindi, possono essere opportunamente ridotti definendo un valore di corrente nominale di gruppo (I_{ng}), per esempio, applicando fattori che tengano conto del funzionamento contemporaneo delle unità funzionali presenti nel quadro alle correnti nominali di singoli circuiti (I_{nc}).

I coefficienti da applicare devono essere dichiarati dal costruttore del quadro e, per la loro determinazione, in assenza di informazioni puntuali, si può prendere spunto da quanto indicato nella Tabella101 della CEI EN IEC 61439-2.

La sovratemperatura non deve causare danneggiamenti alle varie parti del quadro, a quelle che lo alimentano o alle parti ad esso adiacenti.

In particolare, per i materiali isolanti, il costruttore originale deve dimostrare la conformità delle temperature di servizio all'indice di temperatura del materiale isolante, determinato per esempio con i metodi della IEC 60216 oppure in accordo alla IEC 60085.

Analogamente la verifica deve tener conto della possibile interazione con persone, nell'area dove è prevista accessibilità (es. sotto i 2 m) e dove esistano parti e elementi che possano essere toccati.

Per la verifica di riscaldamento del quadro, il costruttore può scegliere uno dei tre seguenti metodi considerati tra loro equivalenti (vedi Allegato L della Norma come guida):

a) eseguendo la prova con il passaggio della corrente nei circuiti;

b) mediante il confronto con un progetto di riferimento;

c) mediante calcoli.

Per frequenze nominali superiori a 60 Hz, la verifica della sovratemperatura è sempre richiesta tramite prove o mediante confronto con un progetto similare, verificato con la stessa frequenza.

Le capacità dei circuiti di portare corrente da individuare e da verificare sono:

- la corrente nominale del quadro I_{nA};
- la corrente nominale di gruppo di un circuito I_{ng},
- la corrente nominale del circuito I_{nc}.(se dichiarato).

8.2.2.2 Prova con passaggio della corrente nei circuiti

La verifica con prove deve tener conto dei seguenti aspetti.

a) Se il sistema di quadri da verificare comprende un certo numero di varianti, si devono scegliere la (le) configurazione(i) più gravosa(e) del quadro in accordo con il seguente paragrafo 8.2.2.3 (10.10.2.2 della Norma).

Inchiesta pubblica

b) Le varianti del quadro scelte devono essere verificate mediante uno dei seguenti metodi, (vedi l'Allegato L della Norma):

(1) verificando il quadro nel suo insieme (arrivo, sbarre, principali e di distribuzione, e singole unità funzionali), in accordo con 10.10.2.3.5 della Norma;

(2) verificando le singole unità funzionali separatamente ed il quadro completo, comprese le sbarre, principali e di distribuzione, in accordo con 10.10.2.3.6 della Norma;

(3) verificando separatamente le singole unità funzionali, le sbarre principali e di distribuzione ed il quadro completo, in accordo con 10.10.2.3.7 della Norma.

c) Se le varianti del quadro provate sono le più gravose tra quelle del sistema di quadri, allora si possono utilizzare i risultati della prova per stabilire le grandezze nominali delle varianti similari, senza eseguire ulteriori prove. Le regole per definire tali derivazioni sono indicate in 10.10.3 della Norma.

Il quadro rappresentativo completo di tutte le sue parti viene sottoposto alla prova facendo percorrere tutti i suoi circuiti interni dalle relative correnti con le tolleranze ammesse, per un tempo sufficiente a raggiungere il regime termico (variazione di sovratemperatura $\Delta T < 1$ K in un'ora), alla temperatura ambiente del laboratorio (definita come media dei valori misurati in due punti posti attorno al quadro ad una distanza di circa 1 m da esso) compresa tra 10 e 40°C.

Se non specificato dal costruttore del quadro, tipo e sezione dei conduttori connessi ai terminali esterni di ingresso e di uscita dei circuiti sono indicati nelle Tabella 11 e Tabella 12 della Norma, per correnti fino a 7000 A. Per valori superiori ai 7000 A, il costruttore del quadro deve indicarne tipo e sezione.

La loro lunghezza minima per la prova è specificata nel paragrafo 10.10.2.3.2 della Norma.

Durante la prova vanno misurate almeno le sovratemperature delle parti indicate nella Tabella 6 della CEI EN IEC 61439-1 (terminali dei componenti, terminali per conduttori esterni isolati, sbarre e conduttori interni con particolare attenzione al loro isolamento ed ai materiali plastici a contatto, dispositivi per la manovra, superfici esterne accessibili e coperture, connessioni di tipo presa/spina), che devono risultare inferiore ai limiti indicati.

Ad esempio, il valore relativo alla sovratemperatura delle sbarre deve essere comparato con la massima sovratemperatura sopportabile (definibile in base al sopracitato indice di temperatura) dai materiali isolanti a contatto o a supporto.

La sovratemperatura di un elemento o di una parte è la differenza tra la temperatura di questo elemento o di questa parte, e la temperatura media dell'aria ambiente all'esterno del quadro.

Tutte le sovratemperature limite ammesse e riportate in Tabella 6 della Norma, sono riferite alla temperatura media dell'aria ambiente di +35 °C.

La prova è positiva se tutte le sovratemperature rilevate al termine della stessa risultano non superiori a quelle limite ammesse.

8.2.2.3 Scelta della configurazione rappresentativa

La prova deve essere effettuata su una o più configurazioni rappresentative, caricate con una o più combinazioni rappresentative di correnti, scelte in modo da ottenere, con ragionevole precisione, la più alta sovratemperatura possibile nelle normali condizioni di esercizio e di installazione.

Il costruttore originale deve scegliere le configurazioni rappresentative da provare in accordo con quanto riportato nei paragrafi 10.10.2.2.2 e 10.10.2.2.3 della Norma.

Le configurazioni rappresentative scelte devono permettere una facile estendibilità dei risultati delle prove a tutte le configurazioni del quadro previste, in accordo con quanto riportato nel paragrafo 10.10.3 della Norma.

Inchiesta pubblica

La scelta della configurazione avviene in tre fasi:

- definendo le configurazioni simili, cioè quelle varianti che sono omogenee per quanto riguarda, ad esempio: dimensioni, schemi utilizzati, materiali, ecc;
- definendo all'interno di tali configurazioni la variante termicamente più gravosa sulla quale fare la prova;
- definendo e verificando le modalità di utilizzo dei risultati della prova per tutte le configurazioni simili.

I criteri per la definizione delle configurazioni rappresentative sono:

<u>Per le sbarre:</u>

- criteri per la definizione delle configurazioni simili: stessa forma geometrica e finitura superficiale;
- criteri per la definizione del caso più gravoso:
  - materiale con caratteristiche conduttive peggiori,
  - maggiori dimensioni geometriche e numero di conduttori per barra,
  - interasse inferiore,
  - peggiori condizioni di ventilazione, per esempio orientamento rispetto ai flussi di aria peggiore (orizzontale per flusso d'aria verticale) o tipo di segregazione più elevata o con maggiore IP,
  - posizione nella struttura (più di lato),
  - minori dimensioni della struttura di contenimento (involucro) e sua capacità dispersiva;
- criteri per l'estensione dei risultati: densità di corrente minore o uguale, dimensioni minori, numero conduttori per barra inferiore (effettuando prove su 3 o più sezioni con diverse dimensioni e densità di corrente è possibile effettuare interpolazione tra ulteriori sezioni intermedie sotto la responsabilità del costruttore originale del quadro).

<u>Per le unità funzionali:</u>

- criteri per la definizione delle configurazioni simili:
  - funzione e schema circuitale del circuito principale simile (ad esempio, unità per avviamento diretto motori),
  - componenti costituenti l'unità funzionale della stessa taglia e serie,
  - stesso tipo di montaggio e disposizione dei componenti,
  - connessioni simili nel circuito principale con portata almeno pari a quella dell'apparecchio con corrente nominale minore all'interno dell'unità funzionale,
  - tipo e disposizione dei conduttori simile;
- criteri per la definizione del caso più gravoso:
  - tipo di segregazione più elevata rispetto alle aperture di ventilazione,
  - per corrente nominale fino a 630A la massima potenza dissipata nell'involucro dell'unità funzionale,
  - per corrente nominale maggiore di 630A la massima corrente nominale definita,
  - la peggiore ventilazione (tipo e sezione aperture ventilazione) e segregazione,
  - il peggiore orientamento (verticale/orizzontale) rispetto ai flussi di ventilazione e ai flussi d'aria interni;
- criteri per l'estensione dei risultati: stesso fattore di declassamento rispetto alla corrente nominale dell'unità funzionale provata, comparto più grande e involucro con minore densità di perdite.

Inchiesta pubblica

8.2.2.4 Verifica del quadro completo (CEI EN IEC 61439-1, 10.10.2.3.5)

I circuiti principali del quadro devono essere alimentati con le loro correnti nominali presunte di gruppo, I_{ng},

Se sono possibili diversi raggruppamenti con diverse correnti nominali di gruppo, deve essere scelto il gruppo di circuiti al quale corrisponde la massima sovratemperatura (generalmente quello con potenze dissipate superiori).

Deve essere effettuato un numero di prove sufficiente ad includere tutte le varianti di barre e unità funzionali.

Nel caso in cui la somma delle correnti nominali di gruppo (I_{ng}) fosse inferiore al valore della corrente nominale in ingresso (I_{nA}), la corrente di alimentazione del quadro dovrà comunque essere pari a tale valore con la corrente in eccesso drenata in altri circuiti.

Se la somma delle correnti nominali di gruppo (I_{ng}) dei circuiti di uscita supera il valore della corrente nominale in ingresso (I_{nA}), allora i circuiti di uscita devono essere suddivisi in gruppi che corrispondono alla I_{nA} ed effettuare più prove con le differenti configurazioni.

8.2.2.5 Verifica considerando le singole unità funzionali separatamente ed il quadro completo (CEI EN IEC 61439-1, 10.10.2.3.6)

La verifica si effettua in due fasi:

- la prima consiste nella esecuzione di prove di riscaldamento di ciascuna unità rappresentativa, inserita singolarmente nel quadro, nelle condizioni più sfavorevoli, percorsa dalla sua corrente nominale I_{nc}, con i sistemi sbarre connessi caricati al loro valore nominale fino al punto di giunzione;
- la seconda consiste nell'esecuzione della prova di riscaldamento del quadro completo con le unità funzionali percorse dalla loro corrente nominale di gruppo I_{ng} (oppure I_{nc} moltiplicata per il fattore di contemporaneità dichiarato).

Se la somma delle correnti nominali di gruppo (I_{ng}), oppure I_{nc} moltiplicato per il fattore di contemporaneità, supera il valore della corrente nominale in ingresso (I_{nA}), allora occorre eseguire più prove.

8.2.2.6 Verifica considerando le singole unità funzionali, le sbarre principali e di distribuzione separatamente e il quadro completo (CEI EN IEC 61439-1, 10.10.2.3.7)

Nel caso di quadro estendibile, la lunghezza della sbarra all'interno dell'unità in prova non deve essere inferiore ai 2 m e deve essere inclusa almeno una giunzione.

La verifica si effettua in quattro fasi:

- la prima consiste nell'esecuzione della prova di riscaldamento del solo sistema sbarre principale critico percorso dalla sua corrente nominale,
- la seconda consiste nell'esecuzione della prova di riscaldamento del solo sistema sbarre di distribuzione critico percorso dalla sua corrente nominale,
- la terza viene effettuata se il costruttore dichiara il valore di I_{nc} per le unità d'uscita, e consiste nell'esecuzione di prove di riscaldamento di ciascuna unità funzionale critica, inserita singolarmente nel quadro, nelle condizioni più sfavorevoli, percorsa dalla sua corrente nominale I_{nc},
- la quarta consiste nell'esecuzione della prova di riscaldamento del quadro completo con le unità funzionali percorse dalla loro corrente nominale di gruppo I_{ng},. Se la somma delle correnti nominali (I_{ng}) supera il valore della corrente nominale in ingresso (I_{nA}), allora occorre eseguire più prove.

Inchiesta pubblica

8.2.2.7 Verifica per confronto: Derivazione dei valori nominali delle correnti rispetto a varianti similari provate

Il costruttore può dichiarare valori nominali delle correnti nei circuiti di un quadro avente soluzioni similari a quelle realizzate in un prototipo sottoposto alla prova di riscaldamento, derivando questi valori rispetto a quelli provati.

Sono comunque valide le seguenti regole.

Le prove effettuate a una frequenza particolare sono applicabili alla stessa corrente nominale con frequenze inferiori, compresa la corrente continua.

Le prove di sovratemperatura effettuate a 50 Hz sono applicabili anche a 60 Hz per correnti nominali fino a 800 A compresi. Per correnti maggiori di 800 A, in assenza di prove a 60 Hz, la corrente nominale a 60 Hz deve essere ridotta al 95 % di quella a 50 Hz. Se la massima sovratemperatura a 50 Hz non supera il 90 % del valore ammesso, non è richiesto un declassamento per i 60 Hz.

Quadri

Per dichiarare che un quadro ha soluzioni similari rispetto ad un prototipo provato e quindi per poter utilizzare la prova effettuata per definirne le prestazioni termiche, devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- le unità funzionali devono appartenere al gruppo già preso in considerazione per determinare la scelta delle varianti similari (configurazione rappresentativa),
- il quadro deve avere lo stesso tipo di costruzione,
- le dimensioni di ingombro del quadro devono essere uguali o maggiori del prototipo provato,
- il quadro deve avere le stesse o migliori condizioni di raffreddamento, le stesse o ridotte forme di segregazione, le stesse o minori perdite del prototipo provato.

Sistema sbarre

I valori nominali assegnati per le sbarre in alluminio sono considerati validi anche per le sbarre in rame a parità di sezione (non vale il viceversa).

Il valore nominale della variante similare del sistema sbarre derivato, per sezioni inferiori a quella di riferimento, è determinato moltiplicando la sezione delle sbarre in oggetto per la densità di corrente del sistema sbarre sottoposto alla prova.

Inoltre, se una sezione inferiore a quella della sbarra rettangolare da derivare è stata provata e i valori nominali delle varianti similari intermedie possono essere stabiliti per interpolazione.

Unità funzionali

I valori nominali delle unità funzionali similari sono determinati moltiplicando la massima corrente possibile nell'unità funzionale per il fattore di declassamento [(I_{nc} o I_{ng})/ la massima corrente possibile nell'unità funzionale, ad esempio I_{th}, I_e, I_n in accordo alla tipologia di apparecchi utilizzati], ottenuto durante la prova della variante critica.

Nel caso di sostituzione degli apparecchi di una unità funzionale, ai fini della sovratemperatura, la Norma ammette la sostituzione di un apparecchio con corrente nominale fino a 1600 A con altro similare purché la potenza dissipata e la sovratemperatura dei terminali dell'apparecchio sostitutivo siano le stesse o inferiori rispetto a quelle dell'apparecchio utilizzato nella verifica originale. Quando il dispositivo originale ed il dispositivo similare sostitutivo sono dello stesso costruttore, il dispositivo verificato con prova può essere sostituito senza alcun limite al valore nominale della corrente a seguito di una dichiarazione sulle prestazioni relativa al riscaldamento da parte del costruttore dell'apparecchio che ne confermi la possibilità.

Inchiesta pubblica

8.2.2.8 Calcolo delle correnti in funzione della temperatura ambiente

Nelle prove di riscaldamento, i limiti delle sovratemperature e quindi le correnti nominali sono riferiti ad una temperatura ambiente di 35°C. Tali correnti possono essere ridefinite per mezzo di calcolo per temperature ambiente comprese fra 20°C e 50°C, nell'ipotesi che la sovratemperatura dei componenti sia funzione della potenza dissipata dai componenti e che questa sia funzione del quadrato della corrente.

Per il calcolo si può utilizzare la formula

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)^{0,61}$$

dove:

I_1 è la corrente alla quale viene effettuata la prova di sovratemperatura;

I_2 è il valore nominale della corrente che deve essere determinato per la specifica temperatura ambiente compresa tra 20 °C e 50 °C;

T_1 è la sovratemperatura misurata mediante prova con la corrente I_1;

T_2 è la massima sovratemperatura consentita, in corrispondenza di una temperatura dell'ambiente specificata, compresa tra 20 °C e 50 °C.

I valori delle correnti ricalcolate devono comunque essere inferiori alla corrente nominale degli apparecchi interessati.

8.2.2.9 Verifica mediante valutazione (10.10.4)

Questa verifica costituisce un'alternativa equivalente a quella effettuata mediante l'esecuzione delle prove.

La verifica di riscaldamento mediante calcolo può essere eseguita applicando uno dei seguenti metodi previsti:

a) quadri a singolo scomparto per correnti nominali InA fino a 630 A;

b) quadri a singolo o multiplo scomparto per correnti nominali InA fino a 1600 A;

e per i quadri che rispondono alla CEI 61439-2:

c) quadro con raffreddamento naturale, con una corrente nominale superiore a 1600 A quando sia disponibile un progetto di riferimento;

d) quadro con raffreddamento attivo ed una corrente nominale non superiore a 1600 A.

Con questi metodi si determina la sovratemperatura approssimativa dell'aria interna all'involucro, causata dalla potenza dissipata di tutti i circuiti e la si confronta con i limiti ammessi per gli apparecchi installati. I metodi differiscono solo nel modo in cui viene messa in relazione la potenza dissipata calcolata e la sovratemperatura dell'aria interna all'involucro.

Poiché la verifica mediante calcolo non permette di determinare le sovratemperature reali delle parti che portano corrente, la Norma ha introdotto alcune precauzioni e margini di sicurezza.

A tal fine, la possibilità di effettuare la verifica mediante il calcolo è possibile se sono soddisfatte le condizioni preliminari, nel seguito sintetizzate, e quelle aggiuntive ove richieste:

e) la frequenza nominale non è superiore a 60 Hz.

f) la potenza dissipata di tutti i componenti elettrici installati è indicata dal costruttore del componente;

g) la distribuzione della potenza dissipata è approssimativamente uniforme;

h) le parti meccaniche e le apparecchiature installate sono disposte in modo da non ostacolare in maniera significativa la circolazione dell'aria;

inchiesta pubblica

i) la corrente nominale di gruppo dei circuiti, (I_{ng}), del quadro non deve superare l'80 % della corrente termica convenzionale nominale in aria libera (I_{th}), o, l'80 % della corrente nominale (I_n) degli apparecchi di manovra e dei componenti elettrici inclusi nel circuito;

j) tutti i conduttori collegati direttamente ad un dispositivo devono avere una sezione minima, basata sul 125 % della corrente nominale di gruppo, I_{ng}, del circuito associato;

k) i conduttori per correnti superiori a 200 A e le parti strutturali adiacenti sono disposti in modo tale da ridurre al minimo le perdite dovute a correnti parassite e ad isteresi;

l) nel calcolo delle potenze dissipate all'interno del quadro, devono essere considerati tutti i circuiti comprendendo i componenti e i conduttori di interconnessione, ipotizzando che tali circuiti funzionino alla loro corrente nominale di gruppo Ing;

m) la potenza dissipata totale del quadro è calcolata sommando le potenze dissipate dai circuiti, tenendo conto che la corrente totale delle uscite è limitata alla corrente nominale del quadro I_{nA}.

8.2.2.10 Quadri a singolo scomparto e correnti nominali I_{nA} fino a 630 A (CEI EN IEC 61439-1, 10.10.4.2)

Questa verifica può essere effettuata mediante calcoli se, oltre alle condizioni preliminari descritte in precedenza, la sovratemperatura massima dell'aria in corrispondenza di una data dissipazione di potenza all'interno dell'involucro, in funzione del metodo di installazione, è:

- resa disponibile dal costruttore dell'involucro, oppure
- determinata con prove

La verifica consiste nel confronto tra la potenza che l'involucro è in grado di dissipare e le potenze effettivamente dissipate nel quadro realizzato, data una definita temperatura interna.

Il quadro è verificato se:

- l'involucro è in grado di dissipare perdite di potenza pari o superiori a quelle generate dal quadro, in corrispondenza della sovratemperatura massima dell'aria ammessa, per i vari componenti, all'interno dell'involucro stesso;
- tutti i conduttori all'interno del quadro sono stati scelti in modo da funzionare alla massima temperatura dell'aria ammessa all'interno del quadro.

Esempio:

Per un involucro il costruttore fornisce la seguente Tabella 7 della potenza dissipabile dall'involucro in base alla sovratemperatura massima dell'aria all'interno del quadro.

Tabella 7 – Potenza dissipabile dall'involucro in base alla sovratemperatura massima dell'aria all'interno del quadro

Sovratemperatura massima dell'aria all'interno del quadro K	Potenza dissipabile W
20	123
25	145
30	188
35	228

L'involucro è per un quadro separato appoggiato a parete con dimensioni: (600 × 1 000 × 230) mm e grado di protezione IP30.

Se le potenze dissipate degli apparecchi nell'involucro sono pari a 200 W e la temperatura ambiente è pari a 35 °C, la sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro sarà inferiore a 35 K e quindi la sua temperatura massima in condizioni di impiego sarà < 70 °C.

Deve essere verificato quindi che gli apparecchi inseriti nel quadro siano in grado di funzionare a tale temperatura.

Inchiesta pubblica

8.2.2.11 Quadro con raffreddamento naturale e corrente nominale (I_{nA}) non superiore a 1600 A (CEI EN IEC 61439-1, 10.10.4.3)

La verifica della sovratemperatura può essere eseguita mediante calcolo in accordo con il metodo della CEI 17-43 (IEC TR 60890), a condizione che siano soddisfatti i limiti di applicabilità della stessa e quelli riportati al punto 8.2.2.9.

Si calcola la potenza totale dissipata nel quadro (somma delle potenze dissipate dai singoli componenti, compresi i conduttori, alla corrente di carico), si tiene conto delle condizioni di installazione (es. quadro affiancato, a parete, ecc.) e si ottiene il grafico dell'andamento della sovratemperatura dell'aria interna al quadro lungo l'asse verticale (altezza del quadro) usando il metodo descritto nella CEI 17-43 (IEC TR 60890).

La verifica è positiva se le sovratemperature dell'aria ambiente interna calcolate risultano inferiori o uguali alle massime sovratemperature accettabili dagli apparecchi, dai componenti e dalle connessioni nelle condizioni di installazione previste ad una data temperatura ambiente.

8.2.2.12 Quadro con raffreddamento naturale, con una corrente nominale superiore a 1600 A ed in cui è disponibile il progetto di riferimento

Questo metodo viene utilizzato per verificare le prestazioni in termini di sovratemperatura dei quadri con circuiti con corrente nominale superiore a 1600 A.

La verifica della sovratemperatura di un quadro con una corrente di alimentazione totale superiore a 1600 A può essere effettuata mediante combinazione tra il confronto con il progetto di riferimento e l'uso di calcoli, applicando il metodo della CEI IEC TR 60890.

Devono essere soddisfatti tutti i vincoli indicati nella CEI IEC TR 60890 e le condizioni generali riportate al precedente punto 8.2.2.9 insieme alle seguenti condizioni:

a) il quadro da sottoporre a verifica rientra nello stesso sistema, la corrente nominale del quadro, I_{nA}, e le correnti nominali del gruppo, I_{ng}, sono uguali o inferiori a quelle dei corrispondenti circuiti di riferimento;

b) i circuiti con corrente nominale di gruppo, I_{ng}, superiore a 1 600 A, facendo riferimento anche alla loro posizione e configurazione, devono essere verificati mediante prova o rappresentare una variante conforme a quanto richiesto per la verifica per confronto (non si applicano le condizioni indicate per la verifica mediante valutazione);

c) le potenze dissipate dai circuiti, dalle sbarre principali e da quelle di distribuzione devono essere determinate sulla base dei valori misurati, rilevati durante la prova di verifica della sovratemperatura effettuata sul progetto di riferimento, in modo da tenere conto delle correnti parassite, dell'effetto pelle, dello sbilanciamento delle correnti e della temperatura;

d) le unità funzionali siano dello stesso tipo, ad esempio interruttori ad aria o scatolati o avviatori di motori.

La sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro viene quindi determinata per il progetto di riferimento e per il quadro in esame applicando il metodo della IEC TR 60890, compreso il calcolo della potenza dissipata all'interno di ciascun assieme.

Il quadro supera la verifica se la sovratemperatura dell'aria al suo interno, misurata a livello dell'altezza di montaggio di ogni dispositivo, non supera:

- la temperatura dell'aria calcolata per la corrispondente altezza nel progetto di riferimento; e,
- la temperatura ambiente ammessa dichiarata dal costruttore del dispositivo.

Per tenere conto delle temperature locali (punti caldi) si applicano dei margini di sicurezza, per cui la corrente nominale del circuito non deve superare l'80 % della corrente nominale dei dispositivi, (I_{th}) o (I_n), ed i conduttori vengono scelti in funzione della massima temperatura dell'aria ammissibile all'interno dell'involucro.

Inchiesta pubblica

8.2.2.13 Quadro con raffreddamento attivo e corrente nominale non superiore a 1600A

La verifica della sovratemperatura di un quadro con raffreddamento attivo e con una corrente di alimentazione non superiore a 1600 A, può essere effettuata tramite calcoli, se sono soddisfatte tutte le condizioni generali elencate al precedente punto 8.2.2.9, insieme alle seguenti:

a) non vi è alcuna partizione orizzontale nel quadro o una sezione di un quadro che limiti la circolazione dell'aria (escludendo le piastre che indirizzano e controllano il flusso dell'aria);

b) sono rispettate le istruzioni del costruttore relative al dispositivo di raffreddamento, quali installazione e uso.

Si ricorda che nel documento IEC TR 60890, nell'Allegato F sono riportate linee guida sulla gestione della ventilazione forzata all'interno del quadro.

Procedura di calcolo

1. Si calcola la sovratemperatura dell'aria consentita all'interno del quadro, sottraendo dal valore minimo della temperatura massima consentita per il funzionamento di tutti i dispositivi e componenti installati nel quadro, dichiarata dal costruttore, la temperatura ambiente massima prevista all'esterno del quadro (35°C secondo la Norma).
2. Si calcola la potenza da dissipare totale, come spiegato in precedenza al punto 8.2.2.9.
3. Si utilizza il metodo della CEI IEC TR 60890 per calcolare la massima potenza che l'involucro del quadro può dissipare senza ventilazione e raffreddamento attivi, ipotizzando che la sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro non superi quella massima ammessa.

   In alternativa, per la determinazione della dissipazione di potenza dell'involucro, possono essere utilizzati i dati dichiarati dal costruttore dello stesso.
4. Si calcola la potenza che deve essere dissipata dal raffreddamento attivo, sottraendo (se la temperatura ambiente è inferiore alla temperatura massima ammessa all'interno dell'involucro) la massima potenza dissipata che l'involucro può disperdere in assenza di raffreddamento attivo dalla potenza totale effettivamente da dissipare.
5. Si determina dai dati forniti dal costruttore dell'apparecchiatura di raffreddamento, l'apparecchiatura di raffreddamento necessaria, per assicurare che il raffreddamento attivo sia in grado di dissipare la potenza richiesta, senza che si verifichi un aumento della temperatura dell'aria all'interno dell'involucro superiore al valore massimo consentito.

La verifica è positiva quando l'apparecchiatura di raffreddamento è sufficiente a garantire che la temperatura dell'aria all'interno dell'involucro non superi la temperatura massima dell'aria ammessa per il funzionamento di tutti i dispositivi, quando all'interno del quadro si verifica la massima dissipazione della potenza e la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'involucro è pari alla temperatura ambiente media giornaliera richiesta.

8.2.3 Verifica della tenuta al cortocircuito

8.2.3.1 Generalità

I quadri elettrici devono resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche derivanti dalle correnti di cortocircuito fino ai valori nominali assegnati dal costruttore.

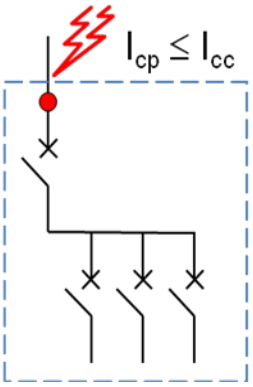
Inoltre, i quadri devono essere protetti contro gli effetti delle correnti di cortocircuito da mezzi appropriati (Interruttori automatici, fusibili, ecc.) incorporati nel quadro o esterni ad esso.

Tutti i circuiti del quadro (ingressi, sistemi sbarre, derivazioni, uscite) devono esse verificati.

Inchiesta pubblica

In funzione della sua costruzione e di come il quadro è specificato per la tenuta al cortocircuito, si hanno prescrizioni e modalità di prova differenti, di seguito descritte:

1. **Il quadro è dotato all'entrata di un dispositivo generale di protezione contro il cortocircuito**



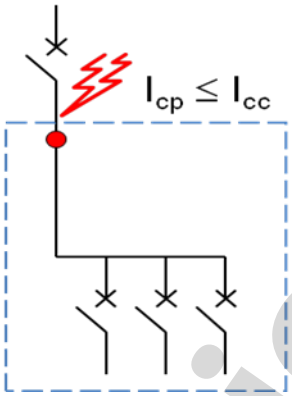
La tenuta al cortocircuito del quadro coincide con il valore della corrente di cortocircuito che il quadro può sopportare, in condizioni di prova specificate; questa è la ***corrente di cortocircuito condizionata (I_{cc})*** *dal dispositivo di protezione posto all'ingresso del quadro.*

Il quadro può essere installato in un punto dell'impianto dove la corrente di cortocircuito presunta (I_{cp}) non superi la corrente di cortocircuito condizionata (I_{cc}). Nel caso nel quale la corrente Icp abbia caratteristiche diverse da quelle previste da Tabella 7 della CEI EN 61439-1 si faccia riferimento a quanto riportato nell'Allegato F del presente documento, punto 15

2. **Il quadro non è dotato all'entrata di un dispositivo generale di protezione contro il cortocircuito.**

In questo caso si possono presentare due possibilità, di seguito descritte:

a) Il costruttore del quadro dichiara le caratteristiche del dispositivo di protezione contro il cortocircuito da installare a monte del quadro

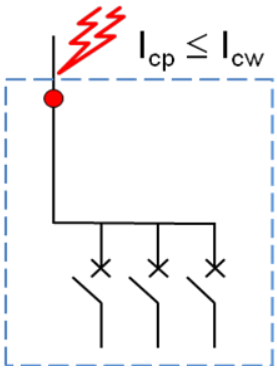


La tenuta al cortocircuito del quadro coincide con la ***corrente di cortocircuito condizionata (I_{cc})*** *dal dispositivo di protezione posto esterno al quadro, identificabile, in principio, dal nome del costruttore e sigla del dispositivo oppure dal valore di picco della corrente limitata* ***(I_{pk})*** *e dall'energia specifica passante* ***(I^2t)*** *lasciata passare alla tensione di impiego (U_e) in corrispondenza della corrente di cortocircuito presunta (I_{cp}).*

Il quadro può essere installato in un punto dell'impianto dove la corrente di cortocircuito presunta (I_{cp}) non superi la corrente di cortocircuito condizionata (I_{cc}).

Inchiesta pubblica

b) Il costruttore del quadro non dichiara le caratteristiche del dispositivo di protezione contro il cortocircuito da installare a monte del quadro

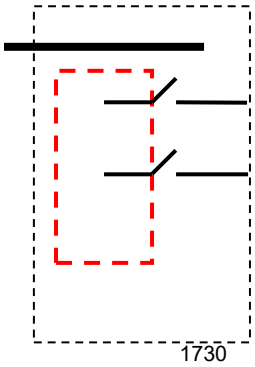


*La tenuta al cortocircuito del quadro coincide con la **corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw})** e con la corrente nominale ammissibile di picco **(I_{pk})**.*

La corrente nominale ammissibile di breve durata è la corrente di cortocircuito che il quadro è in grado di sopportare per un tempo determinato. In mancanza di ulteriori informazioni si assume che questo tempo sia pari ad 1 s.

Il quadro può essere installato in un punto dell'impianto dove la corrente di cortocircuito presunta (I_{cp}) non superi la corrente nominale ammissibile di breve durata (I_{cw}).

La parte del circuito compresa tra le sbarre principali e i dispositivi di uscita può essere classificata come zona protetta dal cortocircuito



All'interno del quadro, i vari circuiti sono sollecitati diversamente rispetto al circuito di entrata ed il costruttore del quadro può tenerne conto soprattutto per i circuiti di uscita protetti da un dispositivo contro il cortocircuito.

*Le derivazioni che collegano le sbarre principali ai dispositivi di protezione delle unità funzionali dovrebbero avere la stessa tenuta al cortocircuito delle sbarre principali (I_{cw} o I_{cp}), ma se le derivazioni sono realizzate rispettando gli accorgimenti di Tabella 4 della norma e non sono lunghe più di 3 m, è sufficiente che la loro tenuta al cortocircuito sia adeguata **alla corrente di cortocircuito condizionata dal dispositivo di protezione** posto a valle.*

NOTA: in questo caso infatti, si ipotizza che le derivazioni siano sollecitate dalla corrente di cortocircuito originata da un guasto a valle del dispositivo di protezione.

8.2.3.2 Esclusioni dalla verifica di tenuta al cortocircuito

L'esecuzione della prova di cortocircuito (o altri criteri di verifica) non è richiesta quando valgono le condizioni di 10.11.2 della Norma CEI EN IEC 61439-1, ovvero:

- per i quadri che hanno correnti nominali ammissibili di breve durata o correnti nominali di cortocircuito condizionate non superiori a 10 kA in valore efficace;
- 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 ai terminali di ingresso dei circuiti in oggetto;
- per i circuiti ausiliari dei quadri previsti per essere collegati a trasformatori la cui potenza nominale non superi 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 impedenza di cortocircuito non sia inferiore al 4 %;
- per i circuiti protetti da convertitori di frequenza, in cui le uscite sono provviste di una protezione elettronica contro il cortocircuito, che limiti la corrente di picco a non oltre 17 kA istantanei, come dichiarato dal costruttore.

Inchiesta pubblica

Nel caso in cui le condizioni precedenti non siano rispettate, la Norma CEI EN IEC 61439-1 ammette la possibilità di procedere alle verifiche sia con prove, sia mediante confronto con il progetto di riferimento e, in quest'ultimo caso, offre la possibilità di una verifica mediante calcoli o mediante lista di controllo.

8.2.3.3 Prove di tenuta al cortocircuito

L'esecuzione delle prove prevede la riproduzione in laboratorio di un cortocircuito, nelle stesse condizioni che si avrebbero nel caso in cui si verificasse un guasto di impedenza nulla nel punto dell'impianto ove è prevista l'installazione del quadro. Per i sistemi trifase la prova di cortocircuito si esegue con tutte le fasi collegate in cortocircuito.

Non occorre sottoporre nuovamente al cortocircuito individualmente gli apparecchi già provati in accordo con le rispettive Norme di prodotto: essi sono da verificare solo come parti di unità funzionali in prova.

Per l'esecuzione della prova si può procedere in 2 modi.

- Si predispone opportunamente il circuito di prova non connesso al quadro in modo da riprodurre le condizioni elettriche di riferimento (tensione nominale aumentata del 5%, corrente presunta di corto circuito ai terminali di entrata, fattore di potenza e corrente di picco di corto circuito, durata di riferimento), si connette il quadro e si esegue la prova.
- Con il quadro connesso al circuito di prova, per i test di breve durata, si alimenta il circuito per il tempo richiesto in modo tale che la corrente generata sia conforme alle condizioni di prova richieste (corretto valore di corrente presunta di corto circuito ai terminali di entrata, fattore di potenza e corrente di picco di corto circuito), indipendentemente dal valore di tensione di prova.

Le prove di cortocircuito devono simulare un guasto:

- ai terminali di uscita del quadro;
- tra le sbarre/conduttori dei circuiti interni del quadro.

La verifica della tenuta al cortocircuito si effettua con prove su tutti i circuiti del quadro con caratteristiche meccaniche ed elettriche significativamente diverse.

Le prove di cortocircuito si ritengono superate quando:

- il fusibile rilevatore del guasto a massa, se presente, rimane integro;
- le sbarre ed i conduttori non presentano una deformazione tale da pregiudicare le distanze di isolamento in aria e superficiali;
- l'isolamento dei conduttori e la tenuta meccanica dei supporti sbarre non presenta alcun segno di cedimento tale da compromettere le caratteristiche meccaniche ed elettriche richieste;
- non si riscontrano distacchi di parti usate per il collegamento dei conduttori ed i conduttori non sono separati dai terminali di uscita;
- l'involucro non presenta una deformazione tale da compromettere il relativo grado di protezione e le distanze di isolamento in aria e superficiali.

Dopo le prove di corto circuito, la prova dielettrica del quadro è necessaria quando si siano provati circuiti con dispositivi di protezione contro il corto circuito e nel caso nel quale ci siano dubbi relativi al mantenimento del grado di isolamento causa gli effetti del passaggio della corrente.

Inchiesta pubblica

8.2.3.4 Prova sul circuito di neutro e/o punto medio

La prova di tenuta al cortocircuito del conduttore di neutro non è richiesta se la prova è prevista con una corrente pari al 60 % della corrente di fase e il conduttore di neutro è:

- della stessa forma e sezione dei conduttori di fase;
- sostenuto allo stesso modo dei conduttori di fase e con una distanza tra i centri dei supporti per tutta la lunghezza dei conduttori non maggiore di quella delle fasi;
- distanziato dalla(e) fase(i) più vicina(e) non meno della distanza tra le fasi;
- distanziato dalle masse metalliche messe a terra non meno della distanza dei conduttori di fase.

La prova di tenuta al cortocircuito del conduttore di punto medio non è richiesta se il conduttore del punto medio non è posizionato tra i conduttori di linea e se sono soddisfatte le condizioni applicabili indicate in precedenza.

Per il conduttore di neutro la prova viene condotta alla tensione di fase e, se non diversamente specificato, al 60 % della corrente di cortocircuito trifase presunta

Per il punto medio la prova viene condotta se non diversamente specificato, al 100% della corrente di prova linea-linea.

8.2.3.5 Prova sul circuito di protezione

La prova di cortocircuito del circuito di protezione viene condotta al fine di verificarne l'effettiva protezione contro le conseguenze di corto circuiti che possono avvenire nei circuiti esterni alimentati attraverso il quadro. La prova viene condotta alla tensione di fase e, se non diversamente specificato, al 60 % della corrente di cortocircuito trifase presunta.

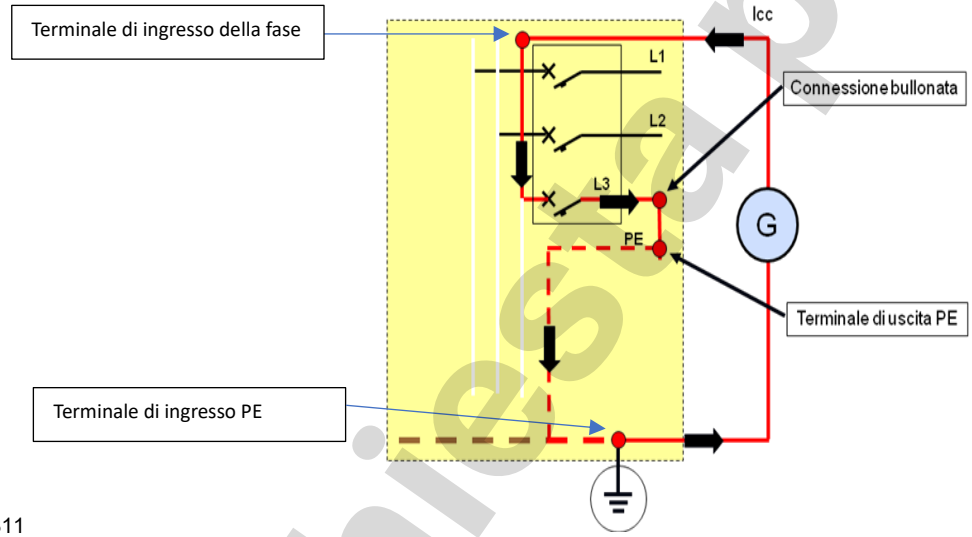


Figura 4 – Schema per la prova del circuito di protezione

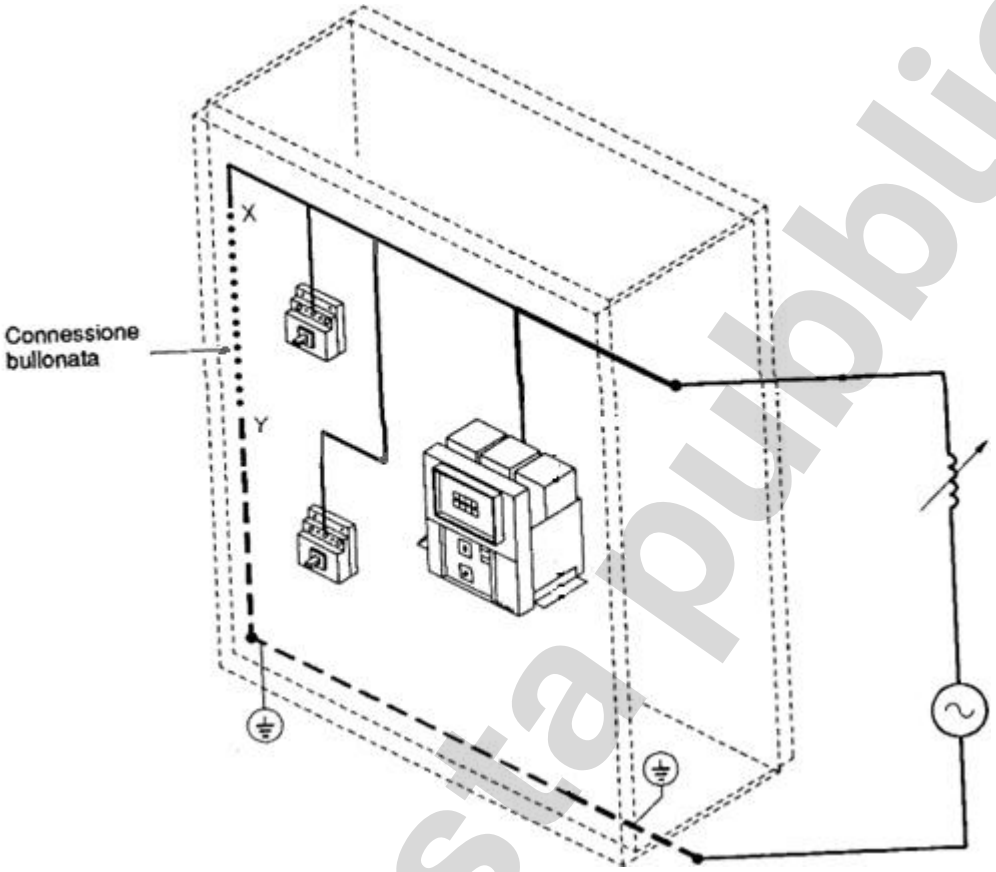
La prova si effettua collegando ad un'alimentazione monofase il terminale di ingresso della fase più vicina al conduttore di protezione ed il terminale di entrata del conduttore di protezione del quadro, in modo da ottenere la massima sollecitazione elettrodinamica, avendo inserito una connessione bullonata fra il terminale di uscita della stessa fase ed il terminale di uscita del conduttore di protezione nell'unità funzionale oggetto della prova.

La prova va ripetuta su ogni unità funzionale avente circuito di protezione interno separato, eventualmente, considerando la condizione peggiore dal punto di vista della limitazione di corrente, della mutua disposizione dei conduttori, della lunghezza e sezione del conduttore interno, per ridurre il numero di prove.

Inchiesta pubblica

Conservativamente, quando si consideri la prestazione di breve durata, la connessione bullonata lato fase può essere realizzata a monte del dispositivo di protezione dell'unità funzionale in oggetto.

In tale caso, se tale connessione può essere ritenuta comune sia sul lato fase che sul sistema di protezione a diverse unità funzionali, (esempio se realizzata sulle sbarre di distribuzione e con sbarra di terra comune e non con singoli morsetti di terra su ogni unità funzionale), la prova può essere non ripetuta.



Il circuito di protezione di un quadro può essere costituito da un conduttore separato, dalle parti conduttrici della struttura o da entrambi. In funzione di questo, si devono considerare le configurazioni di prova più opportune a seconda dei casi.

La carpenteria metallica, se prevista a questo scopo dal costruttore, può essa stessa, in tutto o in parte, costituire il conduttore di protezione.

A seguito della prova, la continuità e la tenuta al cortocircuito del circuito di protezione, costituito da un conduttore separato o dalla struttura, non devono essere sostanzialmente compromesse. Oltre che con un esame a vista, quanto sopra può essere verificato mediante misure con una corrente dell'ordine di grandezza della corrente nominale della relativa unità di uscita.

La Norma prescrive di verificare l'effettiva connessione tra le masse del quadro ed il suo circuito di protezione, utilizzando uno strumento di misura della resistenza in grado di far circolare una corrente almeno pari a 10 A. La resistenza così misurata non deve superare il valore di 0,1 Ω.

8.2.3.6 Confronto con il progetto: utilizzo di calcoli

Il metodo di calcolo, descritto nell'Allegato M della Norma CEI EN IEC 61439-1, è applicabile solo nell'ipotesi che esista un quadro originario di riferimento già sottoposto alla prova di cortocircuito.

inchiesta pubblica

Le condizioni di applicabilità per un sistema sbarre sono:

a) la corrente di picco di cortocircuito può essere variata solo verso valori inferiori rispetto a quelli della prova condotta sul prototipo di riferimento;

b) non sono consentiti cambiamenti della forma o del materiale dei supporti;

c) le sbarre che realizzano percorsi angolari possono essere assimilate a composizioni di sbarre rettilinee, purché siano supportate ad ogni angolo.

Le regole dell'Allegato M della Norma CEI EN IEC 61439-1 consentono estrapolazioni e confronti in funzione:

– della distanza tra i supporti delle sbarre;
– del materiale delle sbarre;
– della sezione delle sbarre.

Per il calcolo si deve utilizzare la Norma CEI 11-26 (CEI EN 60865): "Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito", confrontando i risultati dei calcoli ottenuti sulla struttura del sistema sbarre provato con quelli ottenuti sulla struttura del sistema sbarre da verificare.

Se gli sforzi calcolati per quest'ultima sono inferiori o al più uguali a quelli calcolati per la struttura del sistema sbarre provato, il risultato è da ritenersi positivo.

Se si impiegano altri metodi di estrapolazione o vengono fatte altre ipotesi di applicabilità, è responsabilità del costruttore dimostrarne la validità tecnica e la congruenza con la regola dell'arte pur non essendo in conformità alla norma.

8.2.3.7 Confronto con il progetto: utilizzo della check-list

La norma prevede come "regole di progetto" una check-list con la quale si può confrontare il quadro da verificare con un quadro che ha già superato la prova di tenuta al cortocircuito (progetto di riferimento): se tutte le prescrizioni di questa lista sono soddisfatte il quadro in esame non deve essere sottoposto ad altre verifiche a tale riguardo.

Se un qualsiasi punto identificato nella lista di controllo non dovesse essere conforme alle prescrizioni della stessa, si deve utilizzare uno dei seguenti metodi:

– verifica mediante prove;
– verifica mediante calcoli.

Tabella 8 – Verifica del cortocircuito mediante confronto con il progetto di riferimento
(10.5.5.3, 10.11.3, 10.11.4 e Tabella 13 della Norma CEI EN IEC 61439-1)

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 conduttori 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 i conduttori di ogni circuito del quadro da verificare sono maggiori o uguali a quelle del progetto di riferimento?		
4	Le sbarre e i sistemi di fissaggio dei conduttori di ogni circuito del quadro da verificare sono dello stesso tipo, forma e materiale ed hanno la stessa o una minore distanza tra gli assi per tutta la lunghezza della sbarra e del conduttore del progetto di riferimento? Le sbarre e i sistemi di fissaggio dei conduttori hanno le stesse caratteristiche di progetto e tenuta meccanica?		

Inchiesta pubblica

Riferimento N°	Prescrizioni da considerare	SI	NO
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? [(a)]: Inoltre, i dispositivi di protezione contro il corto-circuito del quadro sotto esame: • hanno un potere di interruzione non inferiore alle caratteristiche nominali di cortocircuito del quadro, alla tensione nominale di impiego del quadro? • nel caso di un dispositivo di protezione limitatore di corrente: prevedono una corrente di interruzione limitata di picco ed un'energia lasciata passare uguali o inferiori a quelli del progetto di riferimento alla corrente nominale di cortocircuito ed alla tensione nominale di impiego del quadro? • in caso di dispositivo di non limitazione della corrente: prevedono una corrente nominale ammissibile di breve durata I_{cw} uguale o superiore a quella del progetto di riferimento? • rispettano i requisiti di coordinamento con i dispositivi a monte ed a valle (vedi 9.3.4), se richiesto? hanno la stessa disposizione installativa 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, anche il progetto di riferimento comprendeva un involucro quando è stato verificato con la prova?		
9	L'involucro del quadro da verificare è dello stesso progetto e tipo (b) 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 una qualsiasi prescrizione – è richiesta un'ulteriore verifica, si veda 10.11.4 e 10.11.5.			

(a) 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, rispetto a quelle della serie usata per la verifica, ad es. per quanto concerne le caratteristiche di limitazione (I^2t, I_{lt}) e le distanze critiche.

(b) Se il quadro da verificare comprende un involucro, la carpenteria deve essere dello stesso progetto e tipo e avere le stesse dimensioni di quelle del progetto di riferimento al fine di garantire il mantenimento delle prestazioni anche in presenza della pressione generata dal cortocircuito (perdita di IP, perdita delle distanze di isolamento, ecc.) Inoltre, eventuali modifiche all'involucro potrebbero influenzare le prestazioni dei circuiti di protezione, in quanto la carpenteria metallica, in tutto o in parte, può costituire il conduttore di protezione.

Questa regola di progetto risulta utile per elencare gli aspetti su cui va posta l'attenzione nella scelta della configurazione più gravosa da parte del costruttore originale.

Un caso particolare dell'applicazione delle regole di progetto è rappresentato dalla verifica di un quadro costituito da componenti realizzati e dichiarati conformi alle rispettive norme applicabili da differenti costruttori (senza che esista un prototipo di riferimento provato). Ad esempio, si può ipotizzare il caso in cui l'involucro (ed accessori della carpenteria) sia del costruttore A, il sistema sbarre del costruttore B, i componenti interni del costruttore C. L'onere del costruttore del quadro (responsabile del prodotto finito) è quello di garantire la conformità del quadro a tutti i dettami della norma.

inchiesta pubblica

Per fare questo, e riferendosi alla verifica della tenuta al cortocircuito, l'elemento di semplificazione è rappresentato proprio dalla Tabella 8 riportata sopra. Se soltanto anche ad uno dei punti della lista si risponde con un NO, allora il quadro necessita di ulteriori verifiche. Per esempio, se un costruttore di un quadro acquista dal mercato un sistema sbarre già provato per il cortocircuito in involucro, per poterlo utilizzare non è sufficiente che il costruttore del sistema sbarre indichi solo la tenuta al cortocircuito di tale sistema, ma deve indicare anche le condizioni di installazione delle sbarre all'interno dell'involucro di riferimento affinché la tenuta dichiarata sia effettiva (ossia dare anche informazioni sulla disposizione delle sbarre all'interno di una carpenteria, spessore della carpenteria, materiale della carpenteria, tipo di struttura della carpenteria esempio monoblocco saldato o carpenteria avvitata, viteria, coppie serraggio del sistema sbarre alla carpenteria, segregazione delle unità funzionali, ecc.).

Nell'esempio descritto, i punti 4, 6 e 8 potrebbero non essere verificati, in questo caso si deve far riferimento al par. 10.11.3 della Norma.

Il costruttore del quadro deve quindi ricorrere ai sistemi di verifica rappresentati da 10.11.4 (metodo di verifica con calcoli) o da 10.11.5 (metodo di verifica con prove di laboratorio).

8.2.4 Compatibilità Elettromagnetica (EMC)

Il quadro deve rispondere alle prescrizioni contenute nella CEI EN IEC 61439-1 e EN 61439-1:2023/FprAA 2023, riguardanti la compatibilità elettromagnetica, previste in Allegato J (con riferimenti ai paragrafi 9.4 per le prescrizioni e 10.12 per le prove associate).

Il quadro deve essere considerato come un apparecchio ai fini della direttiva EMC 2014/30/EU.

Il quadro fisso, progettato per essere installato in una specifica locazione, è considerato come "apparecchio per una particolare installazione fissa" in accordo con l'articolo 19 della direttiva EMC, come indicato in J.9.4.2.a) della parte 1 della Norma.

8.2.4.1 Condizioni ambientali per la EMC

L'Allegato J introduce la seguente classificazione degli ambienti:

Ambiente A: si riferisce a una rete alimentata da un trasformatore di alta o media tensione dedicato all'alimentazione di un'installazione che alimenta un impianto previsto per funzionare in ambito industriale o nelle sue vicinanze; per luoghi industriali si intendono installazioni caratterizzate da una o più delle seguenti condizioni:

- apparecchi industriali, scientifici e medici, per es. con presenza di macchine utensili;
- carichi fortemente induttivi o capacitivi soggetti a frequenti commutazioni con correnti e campi magnetici associati elevati.

Sono compresi gli ambienti industriali sia per esterno, che per interno.

Ambiente B: si riferisce a reti pubbliche a bassa tensione o ad apparecchi collegati ad un'alimentazione dedicata in c.c. che è prevista come interfaccia tra l'apparecchiatura e la rete pubblica di bassa tensione. Si applica anche a dispositivi alimentati da batterie o da sistemi di distribuzione non pubblici e/o non industriali.

Gli ambienti sopra descritti sono luoghi e impianti residenziali, commerciali e dell'industria leggera; gli ambienti per le installazioni compresi in questa classificazione sono ad esempio:

- proprietà residenziali, per es. case, appartamenti;
- punti vendita, per es. negozi, supermercati;
- locali professionali, per es. uffici, banche;
- aree di intrattenimento pubblico, per es. cinema, bar, discoteche;
- postazioni all'aperto, per es. stazioni di servizio, parcheggi, centri sportivi e di divertimento;
- locali per l'industria leggera, per es. officine, laboratori, centri di servizi.

Inchiesta pubblica

Gli ambienti che sono caratterizzati da un'alimentazione diretta dalla rete di distribuzione pubblica a bassa tensione (ossia non alimentati da proprio trasformatore MT/BT) sono considerati come residenziali, commerciali o dell'industria leggera.

Le condizioni ambientali A e/o B per cui il quadro è adatto devono essere stabilite dal costruttore del quadro.

A queste due diverse condizioni ambientali corrispondono diversi livelli di severità per la compatibilità elettromagnetica.

Nella documentazione, quindi, il costruttore deve indicare la condizione ambientale per la quale il quadro è adatto ad essere utilizzato. Quadri esentati dalla prova di compatibilità elettromagnetica (EMC)

a) Non sono richiesti ulteriori test di immunità EMC o di emissione sui quadri, se sono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- il quadro è prodotto o assemblato per essere incorporato in un particolare impianto e non è altrimenti disponibile sul mercato (quadro progettato per una singola applicazione dove è noto il cliente ed il luogo di installazione);
- i dispositivi e i componenti incorporati sono conformi ai requisiti di EMC per l'ambiente indicato (vedere J.9.4.1) come richiesto dalla norma di prodotto;
- l'installazione e il cablaggio sono eseguiti in conformità alle specifiche dei dispositivi e dei componenti e applicando norme di buona pratica ingegneristica (disposizione in merito alle influenze reciproche, cavi, schermatura, messa a terra, ecc.).

b) Non sono richiesti ulteriori test di immunità EMC o di emissione sui quadri se è soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- il quadro incorpora solo dispositivi benigni in termini di compatibilità elettromagnetica, ad esempio conduttori, sbarre, morsetti, dispositivi elettromeccanici o dispositivi elettronici in cui tutti i componenti sono passivi (ad esempio diodi, resistori, varistori, condensatori, scaricatori, induttori), interruttori differenziali che incorporano componenti elettronici ma senza oscillatore a funzionamento continuo;
- il quadro incorpora un singolo dispositivo elettronico, oltre a dispositivi benigni e/o passivi in relazione alla compatibilità elettromagnetica. Il singolo dispositivo elettronico deve essere conforme al proprio standard di prodotto.

8.2.4.2 Quadri da verificare per immunità EMC

I quadri non esentati dalla prova devono essere verificati per quanto riguarda l'immunità in conformità con i paragrafi seguenti a meno che i dispositivi e i componenti incorporati non siano conformi ai requisiti per EMC per l'ambiente dichiarato, come richiesto dalla norma di prodotto pertinente, e l'installazione e il cablaggio interni siano eseguiti in conformità con le specifiche dei dispositivi e dei componenti e applicando buone pratiche ingegneristiche (disposizione in merito alle influenze reciproche, cavi, schermatura, messa a terra, ecc.).

8.2.4.3 Quadri da verificare per le emissioni EMC

I quadri non esentati dalla prova devono essere verificati per quanto riguarda le emissioni in conformità con i paragrafi seguenti.

8.2.4.4 Test di emissione e immunità EMC

I test di emissione e immunità devono essere eseguiti in conformità con lo standard EMC pertinente secondo i seguenti paragrafi.

8.2.4.4.1 Prove di immunità

I test devono essere eseguiti in base all'ambiente pertinente A o B. I livelli di test sono indicati nella Tabella J.1 e/o nella Tabella J.2 della CEI EN IEC 61439-1.

Inchiesta pubblica

I criteri di prestazione devono essere derivati dalle specifiche del quadro in base ai criteri di accettazione nelle Tabelle.

8.2.4.4.2 Prove di emissione

I limiti di emissione applicabili per l'ambiente A sono indicati nella Norma IEC 61000-6-4:2018, dalla Tabella 3 alla Tabella 5.

I limiti di emissione applicabili per l'ambiente B sono indicati nella Norma IEC 61000-6-3:2020, dalla Tabella 3 alla Tabella 6.

La disposizione per la prova di emissione deve essere conforme alla Figura 4 della Norma CISPR 11:2015.

9 Verifiche individuali

Sotto la responsabilità del costruttore del quadro, tutte le verifiche individuali, compresi i collaudi, l'installazione e la messa in servizio, devono essere eseguite o supervisionate da una persona competente.

Il costruttore del quadro deve eseguire le verifiche individuali su ciascun quadro allo scopo di identificare eventuali difetti, dei materiali o di fabbricazione, e per accertare il corretto funzionamento del quadro. Ciascuna verifica individuale deve essere documentata con un verbale di collaudo.

Il costruttore del quadro non deve effettuare le verifiche individuali sugli apparecchi e sui componenti installati all'interno del quadro, se scelti in accordo con 8.5.3 della Norma CEI EN IEC 61439-1 e installati seguendo le istruzioni del costruttore dell'apparecchio.

Di seguito si specifica quali sono le verifiche individuali da effettuare in funzione della categoria (vedere anche l'Allegato A), ovvero:

a) Costruzione

- grado di protezione dell'involucro, tramite esame a vista;
- distanze di isolamento in aria, tramite esame a vista (se le distanze di isolamento sono visivamente superiori a quelle di Tabella 6 della presente Guida), misurazione o prova alla tensione di tenuta a impulso (obbligatoria se le distanze misurate sono inferiori a una volta e mezza quelle di Tabella 6 della presente Guida);
- distanze di isolamento superficiali con esame a vista. Quando non sia evidente il risultato, la verifica deve essere eseguita con una misura fisica, controllando che non ci siano valori inferiori rispetto a quanto riportato nella Tabella 2 della Norma;
- protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione, con esame a vista delle misure di protezione previste e dell'integrità dei circuiti di protezione. A tal riguardo è suggerito un controllo a campione dei collegamenti avvitati. Qualora non risultasse evidente dall'esame a vista, la continuità dei circuiti di protezione deve essere verificata con la prova di continuità indicata in 8.1.5.1 della presente Guida;
- installazione dei componenti, verificandone la conformità con le istruzioni di costruzione del quadro;
- circuiti elettrici interni e collegamenti, tramite controllo a campione dei collegamenti avvitati ed imbullonati;
- terminali per conduttori esterni, tramite controllo del numero, del tipo e dell'identificazione in accordo con le istruzioni di costruzione del quadro;
- funzionamento meccanico, tramite controllo dell'efficacia dei blocchi e degli interblocchi, delle unità estraibili, della non ambigua indicazione, a porta chiusa, di maniglie/leve utilizzate per determinare lo stato del dispositivo controllato (aperto/chiuso) non connesse allo stesso a porta aperta, ecc.

Inchiesta pubblica

b) Prestazione

- proprietà dielettriche: per mezzo di una prova a tenuta a frequenza di esercizio su tutti i circuiti in accordo con 10.9.1 e 10.9.2 della Norma CEI EN IEC 61439-1 con una durata di 1 s. Questa prova non è necessaria se i circuiti ausiliari sono protetti da un dispositivo di protezione contro il cortocircuito con valore nominale non superiore a 16 A, oppure se è già stata effettuata una prova di funzionamento alla tensione nominale di impiego per cui i circuiti sono progettati.
  In alternativa, per i quadri con protezione nominale in entrata fino a 630 A e tensione nominale non superiore a 500Vac, è possibile verificare la sola resistenza d'isolamento utilizzando uno strumento di misura con una tensione di almeno 500 Vcc. Per considerare tale prova superata, la resistenza di isolamento tra circuiti e masse deve essere almeno di 1MΩ per ciascun circuito verso terra;
- cablaggio, prestazione in condizioni operative e funzionalità: con controllo a vista del cablaggio e prova di funzionamento, prestazione in condizioni operative e funzionalità elettrica. La complessità della prova di funzionamento dipende dalla complessità del quadro e dalle verifiche concordate tra utilizzatore e costruttore del quadro. Tra queste potrebbe essere necessario verificare l'operatività di base controllata dai dispositivi di comunicazione installati e connessi ad un sistema interno al quadro.

Al fine di poter eseguire le verifiche individuali sopra riportate, è necessario disporre almeno della seguente strumentazione:

- 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 ≥ 200 mA alla tensione di prova (o uno strumento di misura della resistenza di isolamento, quando applicabile);
- un multimetro;
- un apparecchio per la prova ad impulso con una forma d'onda 1,2/50 µs (in caso di mancato rispetto delle minime distanze di isolamento in aria).

c) Documentazione

- Conferma che i documenti previsti e richiesti sono stati forniti insieme al quadro

10 CEI EN IEC 61439-2 "Quadri di potenza"

La Parte 2 della serie CEI EN IEC 61439 è riferita ai "Quadri di potenza" realizzati per distribuire l'energia e comandare i carichi in applicazioni industriali, commerciali o similari nei quali non sono previste operazioni da parte di persone comuni, anche nel caso siano installati in luoghi accessibili a persone comuni. Nella parte 2 si definisce concetti, tipici dei quadri di potenza, quali specifici valori del fattore di contemporaneità (RDF), forma di segregazione, tipo di costruzione (con parti fisse, rimovibili, o estraibili) e tipo di collegamenti elettrici delle unità funzionali (fissi, sezionabili, estraibili).

Vengono inoltre previste, in aggiunta a quanto indicato nella parte 1, modalità di verifica della sovratemperatura del quadro.

La Norma definisce anche i requisiti legati ai quadri previsti per l'uso negli impianti fotovoltaici.

10.1 Fattore nominale di contemporaneità (RDF)

In assenza di un accordo tra il costruttore del quadro e l'utilizzatore, in merito alle effettive correnti di carico, i carichi assegnati ai circuiti o ai gruppi di circuiti di uscita del quadro possono essere basati sui valori riportati nella Tabella 101 della Norma.

Per il circuito di un motore o di un attuatore elettrico, la corrente di carico ipotizzata corrisponde alla corrente nominale del motore, moltiplicata per il fattore di carico della Tabella XX. Nel caso in cui vengono indicate solo la tensione nominale e la potenza nominale del motore, la corrente nominale del motore può essere ricavata dall'Allegato G della IEC 60947-4-1:2023.

Inchiesta pubblica

Per tutti gli altri circuiti di distribuzione termali, si ipotizza che la corrente del carico corrisponda alla corrente nominale del dispositivo di protezione I_n, richiesta dall'utilizzatore, moltiplicata per il fattore di carico della Tabella 9.

Tabella 9 - Valori dei carichi assegnati (fattore di contemporaneità)

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 o più	0,6
Attuatore elettrico	0,2
Motori ≤ 100 kW	0,8
Motori > 100 kW	1,0

10.2 Forme di segregazione

Per "forma di segregazione" si definisce la separazione fisica tra unità funzionali, sbarre e terminali per i conduttori esterni. La segregazione può essere metallica o non metallica, e deve permettere di realizzare almeno una protezione IPXXB contro i contatti con parti pericolose.

Nella definizione delle forme di segregazione (Tabella 104 ed Allegato AA della Norma CEI EN IEC 61439-1) vengono specificati i criteri principali e secondari per l'assolvimento delle loro funzioni.

I criteri principali riguardano la separazione degli elementi dei quadri tra di loro, mentre i criteri secondari sono relativi alla segregazione reciproca tra i terminali per conduttori esterni.

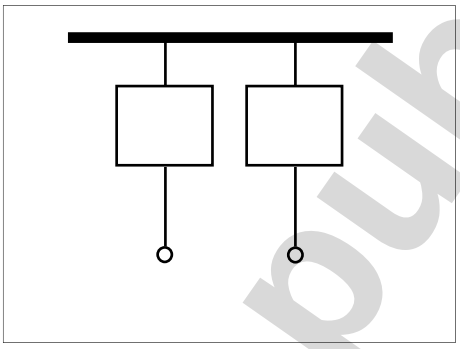
Essi vengono illustrati nella Tabella 10 di seguito riportata.

Tabella 10 – Forme di segregazione interna

Criteri principali	Criteri secondari	Forma
Nessuna segregazione interna.		Forma 1
Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali.	I terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre	Forma 2a
	I terminali per i conduttori esterni sono separati dalle sbarre	Forma 2b
– Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali. – Segregazione di tutte le unità funzionali tra loro. – Segregazione dei terminali per i conduttori esterni e dei conduttori esterni dalle unità funzionali, ma non dai terminali per i conduttori esterni delle altre unità funzionali.	I terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre.	Forma 3a
	I terminali per i conduttori esterni ed i conduttori esterni stessi sono separati dalle sbarre	Forma 3b
	I terminali per conduttori esterni sono nella stessa cella dell'unità funzionale associata.	Forma 4a

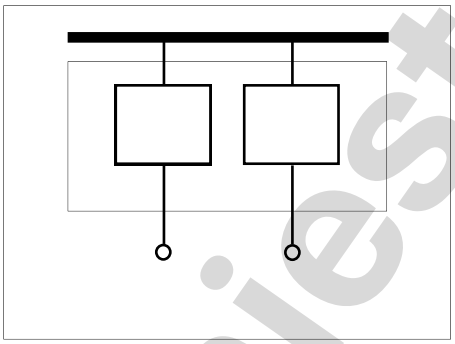
Inchiesta pubblica

Criteri principali	Criteri secondari	Forma
– Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali. – Segregazione di tutte le unità funzionali tra loro. – Segregazione dei terminali per conduttori esterni, associati ad un'unità funzionale, dai terminali per i conduttori esterni di qualsiasi altra unità funzionale e dalle sbarre. – Segregazione dei conduttori esterni dalle sbarre. – Segregazione dei conduttori esterni associati ad un'unità funzionale dalle altre unità funzionali e dai loro terminali per i conduttori esterni. – I conduttori esterni non necessitano di essere separati tra loro.	I terminali per i conduttori esterni che non sono contenuti nella stessa cella dell'unità funzionale associata, ma si trovano in spazi o celle individuali, separati rinchiusi e protetti.	Forma 4b
Per gli esempi si veda l'Allegato BB.		

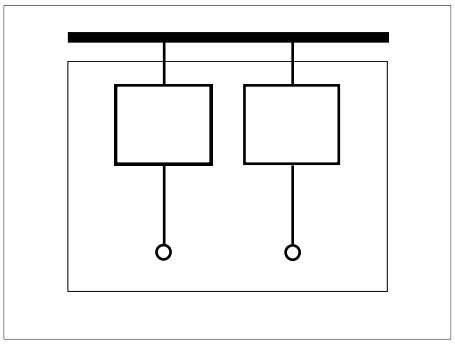


C

Forma 1 – Nessuna segregazione interna



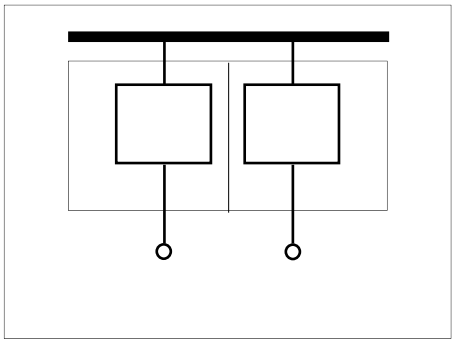
Forma 2a: Terminali non separati dalle sbarre



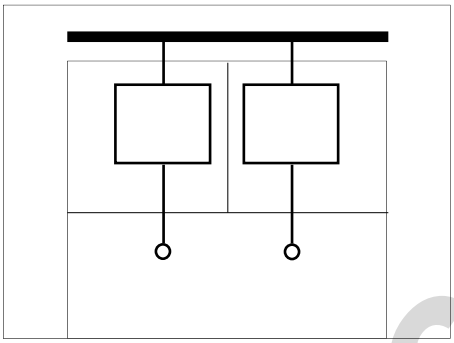
Forma 2b: Terminali separati dalle sbarre

Forma 2 – Segregazione delle sbarre dalle unità funzionali

Inchiesta pubblica



Forma 3a: Terminali non separati dalle sbarre



Forma 3b: Terminali separati dalle sbarre

Forma 3

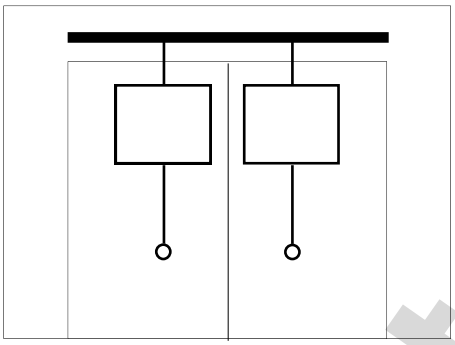
Segregazione delle sbarre da tutte le unità funzionali

+

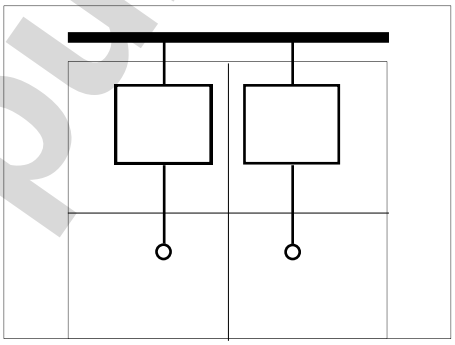
Segregazione di tutte le unità funzionali tra loro

+

Segregazione dei terminali per conduttori esterni dalle unità funzionali, ma non da quelli delle altre unità funzionali



Forma 4a: Terminali nella stessa cella associati all'unità funzionale



Forma 4b: Terminali non nella stessa cella associati all'unità funzionale

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 da quelli di qualsiasi altra unità funzionale e delle 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 che non necessitano di essere separati tra loro

Inchiesta pubblica

La forma di segregazione viene dichiarata in funzione del grado di accessibilità che si vuole ottenere per manutenzione o verifiche. Poiché l'aumentare del livello di segregazione comporta degli aggravi nella costruzione del quadro (spazi necessari, accessibilità anteriore o posteriore, accessori di unità funzionali, costo) essa deve essere frutto di accordo tra il committente e il costruttore del quadro.

Un quadro che non richiede una manutenzione particolare (ad esempio un quadro di distribuzione secondaria) avrà forma di segregazione bassa (forma 1 o 2), mentre con l'aumentare della criticità della funzione del quadro e del livello di continuità di servizio richiesto (ad esempio un quadro motori), aumenterà anche il grado di forma di segregazione specificato.

In sostanza, quindi, ad ogni forma di segregazione è associabile un differente livello di fuori servizio del quadro in caso di manutenzione.

FORMA 1: per qualsiasi tipo di attività è necessario mettere fuori servizio l'intero quadro.

FORMA 2: è possibile mantenere in tensione le sbarre generali.

FORMA 3: è possibile mettere fuori tensione solo l'unità funzionale interessata alla manutenzione.

FORMA 4: è possibile mettere fuori tensione solo l'unità funzionale interessata alla manutenzione, se l'intervento riguarda l'unità stessa, gli ausiliari o i suoi terminali.

10.3 Parti estraibili o rimovibili

I quadri di potenza possono essere progettati con parti che possano essere estratte dalla struttura del quadro, per permettere attività di manutenzione sulle unità funzionali senza mettere fuori tensione l'intero quadro.

La caratteristica delle parti rimovibili ed estraibili definita dalla norma è che queste possano essere collegate o scollegate dal circuito principale quando questo è in tensione. Per le parti estraibili viene prevista una posizione intermedia detta posizione di prova.

Il grado di protezione del quadro è esteso alla parte rimovibile o estraibile in condizione di servizio, mentre il grado di protezione nelle altre condizioni deve essere specificato dal costruttore; il grado di protezione del quadro con la parte rimossa od estratta, se differente da quello del quadro in condizioni di servizio, deve essere oggetto di accordo tra costruttore ed utilizzatore, rispettando i valori minimi richiesti dalla Norma.

Le distanze di isolamento in aria devono essere rispettate anche tra le connessioni delle parti estraibili in posizione di estratto, ed i contatti fissi e mobili della parte estraibile devono superare la verifica per la tensione di tenuta ad impulso dichiarata per il quadro.

Poiché le parti rimovibili e estraibili devono essere provviste di dispositivi di interblocco per garantire le operazioni di estrazione in sicurezza (cioè solo dopo aver aperto il loro circuito principale), la verifica di tali interblocchi fa parte delle verifiche individuali da eseguire su ogni quadro.

10.4 Verifica di sovratemperatura per quadro con raffreddamento per convezione naturale e corrente nominale superiore a 1600 A

I circuiti che includono sbarre con corrente nominale superiore a 1600 A devono essere verificati mediante una prova conforme a 10.10.2 della CEI EN IEC 61439-1:2022 o confrontandoli con un progetto di riferimento secondo quanto indicato in 10.10.3 della CEI EN IEC 61439-1:2022.

Inchiesta pubblica

La verifica della sovratemperatura di un quadro con una o più celle con raffreddamento per convezione naturale ed una corrente di alimentazione totale superiore a 1 600 A può essere effettuata mediante combinazione tra il confronto con il progetto di riferimento e l'uso di calcoli, applicando il metodo della CEI IEC TR 60890:2025. Devono essere soddisfatti tutti i vincoli indicati nella CEI IEC TR 60890:2025 e le condizioni generali riportate in 10.10.4.1 della IEC 61439-1:2020, unitamente alle seguenti condizioni:

a) il quadro da sottoporre a verifica rientra nello stesso sistema di quadri (stesso costruttore, stesso progetto generico, stessa costruzione fisica), corrente nominale del quadro, I_{nA}, uguale o inferiore e correnti nominali del gruppo, I_{ng}, uguali o inferiori a quelle dei corrispondenti circuiti del o dei progetti di riferimento;

b) i circuiti con corrente nominale di gruppo, I_{ng}, superiore a 1 600 A, incluse la loro posizione e configurazione, devono essere verificati mediante prova o rappresentare una variante conforme a quanto indicato in 10.10.3 della IEC 61439-1:2020. Per questi circuiti non si applicano le condizioni indicate in 10.10.4.1 della IEC 61439-1:2020;

c) la potenza dissipata dai circuiti con una corrente nominale superiore a 1 600 A in ciascuna sezione sottoposta a prova deve essere determinata sulla base dei valori rilevati durante la prova di sovratemperatura effettuata su un progetto di riferimento. La potenza dissipata dalle sbarre principali deve essere calcolata sulla base dei valori misurati ottenuti durante la prova di sovratemperatura di 10.10.2.3.7 a) della IEC 61439-1:2020. La potenza dissipata dalle sbarre di distribuzione deve essere calcolata sulla base dei valori rilevati durante le prove di sovratemperatura conformi a 10.10.2.3.7 b) della IEC 61439-1:2020. Per le linee guida sulla misura applicabili per valutare le potenze dissipate, si veda l'Allegato CC;

d) lo stesso tipo di unità funzionale, ad esempio interruttori in aria o scatolati o gli avviatori di motori.

La sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro viene quindi determinata per il progetto di riferimento ed il quadro oggetto di verifica, applicando il metodo della IEC TR 60890.

Per gli involucri con più sezioni e pareti divisorie verticali, l'aumento di temperatura dell'aria all'interno dell'involucro deve essere determinato separatamente per ciascuna sezione.

Il quadro ha superato la verifica se la sovratemperatura dell'aria al suo interno, calcolata a livello dall'altezza di montaggio di un qualsiasi dispositivo, non supera:

– la temperatura dell'aria calcolata per la corrispondente altezza nel progetto di riferimento,

e

– la temperatura ambiente ammessa dichiarata dal costruttore del dispositivo installato

Con questo metodo di verifica della sovratemperatura, la corrente nominale del gruppo di circuiti del quadro, I_{ng}, corrisponde alla corrente utilizzata per determinare la potenza dissipata all'interno del circuito. Per tenere conto delle temperature locali (punti caldi), applicando margini di sicurezza, la corrente nominale del circuito non deve superare l'80 % della corrente nominale dei dispositivi, (I_{th}) o (I_n), ed i conduttori sono dimensionati in funzione della massima temperatura ammissibile dell'aria all'interno dell'involucro (si veda quanto in 10.10.4.1).

10.5 Determinazione e misura della potenza dissipata, nei circuiti con corrente superiore a 1600 A nel progetto di riferimento (Allegato CC parte 2)

È possibile determinare la potenza dissipata rispetto al progetto di riferimento per i circuiti con corrente superiore a 1 600 A, indicati in 10.10.4.101.1 c) con il seguente metodo. Se necessario, i costruttori possono applicare lo stesso metodo per determinare potenza dissipata in altri circuiti.

La misura della potenza dissipata di un circuito deve essere effettuata durante la verifica di sovratemperatura in accordo a 10.10.2.3.7 della IEC 61439-1:2020, dopo che la sovratemperatura abbia raggiunto un valore costante (si veda quanto in 10.10.2.3.1 della IEC 61439-1:2020).

inchiesta pubblica

La potenza dissipata è pari a:

$$\sum_{k=1}^{k=p} \Delta U_k \; I_k \; \cos \varphi_k$$

dove

p	è il di numero di fasi;
ΔU	è la caduta d tensione;
I	è la corrente di prova;
cos φ	è il fattore di potenza.

Si consiglia l'uso di un wattmetro. Per un circuito trifase dovrebbe essere utilizzato un wattmetro elettronico trifase, che calcola la potenza dissipata totale su tutte e 3 le fasi.

La caduta di tensione deve essere misurata su ciascun polo/fase del circuito in esame.

I conduttori di collegamento al wattmetro dovrebbero essere attorcigliati insieme. Il circuito di misura dovrebbe essere il più corto possibile ed essere posizionato in modo simile per ciascuna fase, allo scopo di ridurre al minimo l'influenza delle tensioni indotte nei conduttori, dovute al campo magnetico.

Di seguito è riportato un esempio relativo alla misura della potenza dissipata da una sbarra di distribuzione durante la verifica della sovratemperatura in accordo a 10.10.2.3.7 b) della IEC 61439-1:2020. La Figura CC.1 mostra la disposizione usata per la misura di tale valore in una fase, le altre fasi sono collegate in modo analogo.

Dalla potenza dissipata misurata per l'intera lunghezza della sbarra, è possibile calcolare la potenza dissipata per le altre barre di lunghezze e correnti di carico diverse.

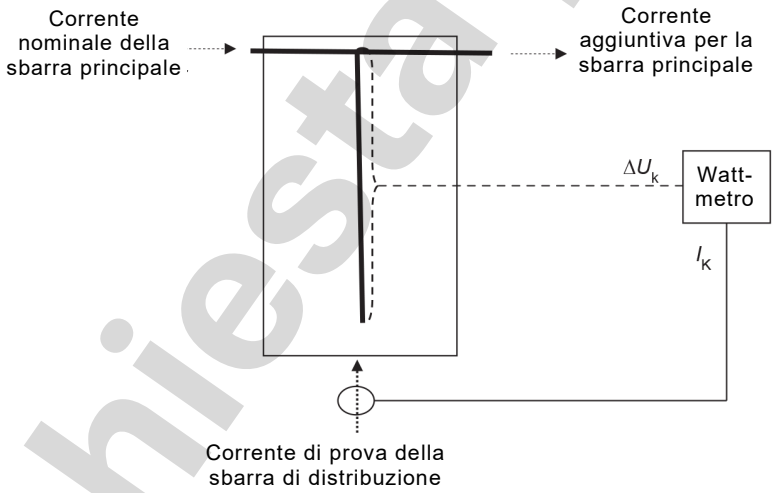


Figura 5 – Misura della potenza dissipata

Inchiesta pubblica

10.6 Verifica di sovratemperatura per quadro con raffreddamento attivo e corrente nominale non superiore a 1600 A

La verifica della sovratemperatura di un quadro con raffreddamento attivo (ad esempio raffreddamento con ventilazione forzata, condizionamento d'aria interno, scambiatore di calore, ecc.) e con una corrente totale di alimentazione non superiore a 1600 A, può essere effettuata con calcoli, se tutte le condizioni generali elencate in 10.10.4.1 della IEC 61439-1:2020 sono soddisfatte, insieme alle seguenti:

a) non vi è alcuna partizione orizzontale nel quadro o alcuna sezione del quadro che limiti la circolazione dell'aria. In altre parole, le eventuali partizioni orizzontali dovranno essere tali da non limitare il flusso dell'aria. Questo non esclude l'installazione di piastre di deviazione dell'aria di raffreddamento, allo scopo di indirizzarne il flusso;

b) sono rispettate le istruzioni relative all'installazione e all'uso dell'impianto di raffreddamento indicate dal costruttore dell'apparecchiatura.

NOTA Il costruttore del quadro ha l'onere di installare l'impianto di raffreddamento attivo in modo che il flusso d'aria tenga conto dell'apparecchio con la massima potenza dissipata.

Procedura di calcolo

1. Calcolare la sovratemperatura dell'aria consentita all'interno del quadro, sottraendo la temperatura ambiente massima all'esterno del quadro (la massima temperatura ambiente media giornaliera dell'aria di 35 C per le normali condizioni di servizio, si veda quanto in 9.2.1 della IEC 61439-1:2020), dal valore minimo della massima temperatura di funzionamento consentita per l'aria per tutti i dispositivi e componenti installati nel quadro, dichiarata dal costruttore del dispositivo.

2. Determinare la potenza dissipata effettiva totale, come spiegato in 10.10.4.1 della IEC 61439-1:2020.

3. Ipotizzando che la sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro non superi la sovratemperatura dell'aria ammessa all'interno del quadro, utilizzare il metodo indicato nella CEI IEC TR 60890:2025 per calcolare la massima dissipazione di potenza che l'involucro del quadro può dissipare senza ventilazione e raffreddamento attivi, con le seguenti ipotesi:

   - presunta sovratemperatura dell'aria all'interno dell'armadio uguale alla sovratemperatura interna $\Delta t_{0,5}$ dell'aria, calcolata a metà dell'altezza dell'involucro;
   - involucri privi di aperture di ventilazione (anche se sono presenti aperture, ad esempio per i ventilatori per il raffreddamento attivo);
   - numero di partizioni orizzontali: 0.

   In alternativa alla determinazione della potenza dissipabile utilizzando il metodo indicato nella CEI IEC TR 60890:2025, possono essere utilizzati i dati di potenza dissipabile dichiarati dal costruttore dell'involucro.

4. Determinare la potenza che deve essere dissipata dal raffreddamento attivo, sottraendo la massima potenza dissipata che l'involucro può disperdere in assenza di ventilazione e raffreddamento attivo (si veda il precedente punto 3) dalla potenza totale effettivamente dissipata. Se la temperatura all'interno dell'involucro deve essere inferiore alla temperatura ambiente, ad esempio nel caso di una temperatura dell'aria ambiente di 50 °C, in presenza di componenti installati nel quadro idonei solo al funzionamento ad una temperatura di 40 °C, la potenza assorbita dall'involucro deve essere sommata alla potenza dissipata totale effettiva.

5. Dai dati forniti dal costruttore dell'apparecchiatura di raffreddamento, determinare l'apparecchiatura di raffreddamento richiesta (ad esempio un ventilatore), per assicurare che il raffreddamento attivo sia in grado di dissipare la potenza prevista (si veda il precedente punto 4), senza che si verifichi un aumento della temperatura dell'aria all'interno dell'involucro superiore al valore massimo consentito.

inchiesta pubblica

Il quadro è verificato se i mezzi di raffreddamento (raffreddamento attivo e per convezione naturale) sono sufficienti a garantire che la temperatura dell'aria all'interno dell'involucro non superi la temperatura massima dell'aria ammessa per il funzionamento di tutti i dispositivi, dichiarata dal costruttore del dispositivo stesso, quando all'interno del quadro si ha la massima dissipazione della potenza (utilizzata nel calcolo di 10.10.4.102.2) e quando la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'involucro è conforme alla temperatura ambiente media giornaliera indicata nella Tabella 15 della IEC 61439-1:2020.

10.7 Prova di corto circuito quando siano presenti sportelli di scarico di sovrapressione

In un quadro che incorpora uno o più sportelli di scarico di sovrappressione, se tali sportelli sono facoltativi, deve essere verificata la capacità del quadro di sopportare la sovrapressione generata durante il corto circuito, con e senza gli sportelli di sovrappressione installati.

Dopo l'intervento degli sportelli di scarico di sovrappressione (si veda la IEC TR 61641:2014), è ammesso un grado IP più basso, ma non inferiore a IPXXB, se così è dichiarato dal costruttore originario, ed il grado IP originale può essere facilmente ripristinato richiudendo manualmente tali sportelli.

10.8 Prove meccaniche individuali aggiuntive

Deve essere verificata l'efficacia degli attuatori meccanici, degli interblocchi e delle serrature. La verifica deve comprendere il controllo dei dispositivi di interblocco e di blocco associati alle parti rimovibili ed estraibili.

10.9 Quadri previsti per l'uso in impianti fotovoltaici

Nota: questa sezione della parte 2 diventerà Norma indipendente (futura IEC 61439-8).

10.9.1 Verifiche di progetto

La Tabella 11 dà l'elenco delle verifiche di progetto che devono essere effettuate sul PVA (quadro fotovoltaico) definito come quadro (compreso il combinatore per i moduli fotovoltaici), previsto per l'uso in un impianto fotovoltaico che, durante il funzionamento, riceve energia elettrica da una o più alimentazioni e distribuisce tale energia attraverso uno o più circuiti in uscita ad altre apparecchiature.

Tabella 11 – Elenco delle verifiche progettuali che devono essere effettuate sul PVA

N.	Caratteristica che deve essere verificata	Paragrafi delle IEC 61439-1/2	Verifiche alternative disponibili		
			Prove [(a)]	Confronto con il progetto di riferimento	Valutazione
1	Resistenza del materiale e delle diverse parti.	10.2			
	Resistenza alla corrosione.	10.2.2	SI	SI	NO
	Proprietà dei materiali isolanti.	10.2.3			
	Stabilità termica.	10.2.3.1	SI	SI	NO
	Resistenza al calore anomalo e al fuoco generati da cause elettriche interne.	10.2.3.2	SI	SI	SI
	Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV).	10.2.4	SI	NO	NO
	Sollevamento.	10.2.5	SI	SI	NO
	Impatto meccanico (codice IK).	10.2.6	SI	SI	NO
	Marcatura.	10.2.7	SI	SI	NO
	Manovra meccanica.	10.2.8	SI	SI	NO
2	Grado di protezione degli involucri (codice IP)	10.3	SI	NO	SI
3	Distanze di isolamento in aria	10.4	SI	NO	NO

Inchiesta pubblica

N.	Caratteristica che deve essere verificata	Paragrafi delle IEC 61439-1/2	Verifiche alternative disponibili		
			Prove [(a)]	Confronto con il progetto di riferimento	Valutazione
4	Distanze di isolamento superficiale	10.4	SI	NO	NO
5	Protezione contro le scosse elettriche ed integrità dei circuiti di protezione:	10.5			
	Effettiva continuità tra le masse di un quadro di classe I 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	NO
6	Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti	10.6	NO	NO	SI
7	Circuiti elettrici e connessioni interni	10.7	NO	NO	SI
8	Morsetti per conduttori esterni	10.8	NO	NO	SI
9	Proprietà dielettriche:	10.9			
	Tensione di tenuta alla frequenza industriale.	10.9.2	SI	NO	NO
	Tensione di tenuta all'impulso.	10.9.3	SI	NO	SI
	Involucri in materiale isolante	10.9.4	SI	NO	NO
	Maniglie di manovra esterne in materiale isolante	10.9.5	SI	NO	NO
	Conduttori rivestiti in materiale isolante per fornire la protezione contro le scosse elettriche.	10.9.6	SI	NO	NO
10	Limiti della sovratemperatura	DD.10.10	SI	SI	SI
11	Tenuta al cortocircuito	10.11	SI	SI	NO
12	Compatibilità elettromagnetica (EMC)	10.12	SI	NO	SI
13	Cicli termici	DD.10.101	SI	NO	NO
14	Prova climatica	DD.10.102	SI	NO	NO

(a) Le prove possono essere effettuate su un campione rappresentativo, se questo è consentito nel corrispondente articolo della prova.

Inchiesta pubblica

10.9.2 Determinazione degli effetti sulle sovratemperature interne al quadro, per installazione all'esterno ed esposto direttamente alla luce del sole, prodotti dalla radiazione UV.

Si presume che gli effetti più severi della radiazione solare sul quadro si raggiungano a metà mattina o a metà pomeriggio, quando la parte superiore, posteriore o anteriore ed un lato adiacente dell'involucro sono esposti alla radiazione solare. In quel momento l'irraggiamento solare massimo si riduce di circa il 10 %.

Per ridurre o eliminare l'effetto della radiazione solare sulla sovratemperatura all'interno di un involucro, i costruttori di solito propongono soluzioni dedicate e una progettazione specifica con l'aggiunta di un tetto dedicato o di una tettoia. La tettoia o il tetto dovrebbero essere sufficientemente grandi da impedire l'irraggiamento solare diretto sul quadro da metà mattina a metà pomeriggio.

Per simulare il calore prodotto dalla radiazione solare, si devono utilizzare lampade che generino calore radiante sulla parte superiore, anteriore o posteriore e su un lato adiacente del campione di prova (si veda la Figura XXXXX). Queste lampade devono essere disposte in modo tale che l'irraggiamento solare medio ricevuto dal campione in prova, perpendicolarmente alla superficie considerata, sia per la:

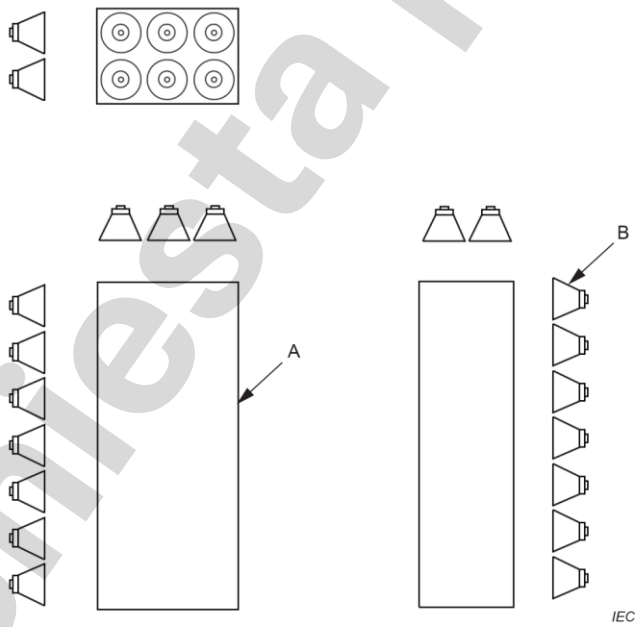
parte superiore $1\ kW/m^2 \times [0{,}9 \times 1{,}2/\sqrt{2}] = 0{,}76\ kW/m^2$

anteriore o posteriore $1\ kW/m^2 \times [0{,}9 \times 1{,}2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0{,}54\ kW/m^2$

laterale $1\ kW/m^2 \times [0{,}9 \times 1{,}2/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})] = 0{,}54\ kW/m^2$

Per misurare il livello simulato di irraggiamento solare deve essere utilizzato un piranometro.

Gli strumenti utilizzati per il rilevamento della temperatura dell'aria ambiente devono essere posizionati e/o sufficientemente distanti dalle lampade a calore radiante, in modo da non esserne influenzati.



Legenda

A Quadro sottoposto a prova.

B Schiera di lampade che irradiano calore.

Figura 6 – Disposizione indicativa delle lampade che irradiano calore, utilizzate per la prova di sovratemperatura con radiazione solare simulata.

Inchiesta pubblica

Il livello medio di irraggiamento su ciascuna delle superfici esposte deve essere registrato nel rapporto della prova.

Se il costruttore propone l'uso di colori o materiali esterni diversi per il quadro, deve essere sottoposto a prova il quadro il cui colore o materiale presentino la massima emissività, così per verificare tutti i colori ed i materiali utilizzati.

NOTA Si ritiene che le lampade termiche con filamento in tungsteno, diametro 125 mm, tensione di 235/245 V, con riflettore a infrarossi in vetro duro e finitura trasparente rappresentino un'adeguata sorgente di calore. Prova di invecchiamento del quadro fotovoltaico con ciclo termico.

Il PVA o le sue sezioni rappresentative, in condizioni non alimentate, devono essere sottoposti a una prova ciclica di temperatura conforme alla prova Nb della IEC 60068-2-14:2009, che comprende 50 cicli (il primo dei quali a partire dalla temperatura ambiente).

Ciascun ciclo consiste nel ridurre la temperatura sino al suo limite inferiore, mantenendo tale valore per 1 h e successivamente nell'aumentare la temperatura fino al suo limite superiore, mantenendo tale valore per 1 h.

La variazione di temperatura deve essere di circa 1 K/min ed i limiti di temperatura superiore e inferiore devono essere mantenuti con una tolleranza di ±3 °C.

a) PVA per interni:

prova ciclica conforme alla IEC 60068-2-14:2009: 50 cicli di 1 ora, alternativamente alla temperatura di -15 °C seguita da +40 °C.

b) PVA per esterni:

prova ciclica conforme alla IEC 60068-2-14:2009: 50 cicli di 1 ora, alternativamente alla temperatura di −25 °C seguita da +60 °C.

Al termine dei 50 cicli, il quadro deve essere riportato alla temperatura ambiente (25 ± 5) °C e mantenuto a tale temperatura per un minimo di 3 h.

Il quadro deve quindi essere sottoposto a:

- una prova meccanica consistente in una manovra di apertura ed una di chiusura della porta, del cassetto o di un dispositivo analogo dell'involucro, per confermare il suo normale funzionamento meccanico;
- una prova dielettrica conforme a 10.9.2 della IEC 61439-1:2020;
- un esame visivo per verificare l'efficacia della continuità di terra del circuito di protezione; in caso di dubbio deve essere effettuata una prova in accordo a 10.5.2 della IEC 61439-1:2020;
- un esame visivo per verificare il grado di protezione dell'involucro della PVA; in caso di dubbio deve essere effettuata una prova in accordo a 10.3 della Norma IEC 61439-1:2020;
- una verifica del normale funzionamento di tutti i dispositivi di manovra, aperti e chiusi 5 volte.

10.9.3 Prove climatiche del quadro fotovoltaico.

Il PVA, o le sue sezioni rappresentative, in condizioni non alimentate, devono essere sottoposti alle prove climatiche indicate nell'Allegato Q della IEC 60947-1:2020, per la categoria B: (Ambiente soggetto a temperatura ed umidità), ad eccezione della prova di caldo secco e di quella a bassa temperatura, che non sono richieste, in quanto ritenute già coperte dalla prova di ciclo termico di cui sopra.

La verifica del prodotto dopo la sequenza di prove deve comprendere:

- un esame visivo per confermare che non vi siano verificate distorsioni o danni alle parti che ne possano pregiudicare il normale funzionamento e protezione;
- un'operazione di apertura e di una di chiusura dello sportello, del cassetto o di un dispositivo analogo dell'involucro, per confermare il loro normale funzionamento meccanico;

Inchiesta pubblica

- una prova dielettrica conforme a 10.9.2. Questa prova deve sostituire la prova dielettrica del punto 3) di 9.3.3.4.1 della IEC 60947-1:2020, specificato nell'Allegato Q della IEC 60947-1:2020;
- una verifica della efficacia della continuità della messa a terra del circuito di protezione in accordo a 10.5.2 della IEC 61439-1: 2020;
- una conferma, mediante esame visivo, del mantenimento del grado di protezione (codice IP) dell'involucro del PVA; in caso di dubbio deve essere effettuata una prova in accordo a 10.3 della Norma IEC 61439-1:2020;
- l'apertura e la chiusura di tutti i dispositivi di manovra per 5 volte, per verificare il loro normale funzionamento.

A discrezione del costruttore, questa prova può essere combinata con la prova del ciclo termico ed essere effettuata sugli stessi campioni.

10.9.4 Grado IK per quadri fotovoltaici

Il grado minimo di protezione fornito dall'involucro di un quadro contro gli urti meccanici (codice IK) deve essere IK07 per i PVA installati in luoghi ad accesso limitato, oppure IK09 per i PVA installati in luoghi ad accesso libero. La verifica deve essere effettuata conformemente a quanto indicato in 10.2.6. della Norma IEC 61439-1:2020.

11 Norma CEI EN IEC 61439-3: "Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni (DBO)"

La Parte 3 della serie CEI EN IEC 61439 è riferita ai quadri destinati ad essere utilizzati da persone comuni, cioè persone né esperte, né avvertite per operare sui dispositivi contenuti nei quadri. Questo non preclude l'utilizzo dei quadri DBO in applicazioni diverse da quelle domestiche e similari.

Anche questi quadri possono essere verificati seguendo uno dei tre metodi di verifica equivalenti ed alternativi ammessi dalle regole generali e che sono:

- verifiche mediante prove di laboratorio;
- confronto con il progetto provato;
- verifiche attraverso valutazione (calcoli, regole di progetto, ecc.).

11.1 Campo di applicazione

La Norma CEI EN IEC 61439-3 limita il suo campo di applicazione a quadri:

- destinati ad essere utilizzati in connessione con la generazione, la trasmissione, la distribuzione e la conversione dell'energia elettrica e per il controllo di apparecchiature che consumano energia elettrica e per l'elaborazione di dati associati;
- per esecuzione fissa;
- per uso all'interno ed all'esterno;
- con circuiti di uscita equipaggiati con dispositivi di protezione ed apparecchi previsti per essere manovrati da persone non esperte, per esempio conformi alle Norme CEI EN 60898-1, CEI EN 61008, CEI EN 61009, CEI EN 62423, CEI EN 62606 e CEI EN 60269-3, (sono le norme per gli interruttori magnetotermici, i differenziali, i dispositivi di rilevamento guasto per arco elettrico (AFDD) ed i fusibili di bassa tensione);
- con tensione verso terra non superiore a 300 Vac; (i valori di tensione per applicazioni in DC sono allo studio);
- con corrente di ciascuna uscita I_{nc} fino a 125 A e con corrente nominale del quadro I_{nA} che non deve superare 250 A.

Inchiesta pubblica

11.2 Prescrizioni particolari

Valgono le prescrizioni generali della CEI EN IEC 61439-1 alle quali si aggiungono i seguenti requisiti specifici per questa applicazione:

- grado di protezione dell'involucro è almeno pari a IP2XC dopo installazione (minimo IPXXC per le parti attive all'interno del quadro);
- resistenza all'impatto dovrà essere con un grado almeno pari a IK05, per quadri utilizzati all'interno, e IK07, per quadri utilizzati all'esterno, (la Norma di riferimento per l'impatto meccanico è la CEI EN 62262 e la verifica deve essere effettuata secondo 10.2.6 della IEC 61439-1:2020);
- la corrente nominale del quadro (I_{nA}), nel caso di generatori (per esempio sistemi fotovoltaici, batterie) usati come sorgente addizionale di energia in parallelo / simultaneamente alla rete elettrica, dovrà considerare anche questo contributo (vedasi Allegato CC - Norma CEI EN IEC 61439-3);
- nel caso di dispositivo differenziale RCD posto a protezione di più circuiti di uscita, deve essere possibile per l'utilizzatore finale (persona comune) identificare tali circuiti di uscita, senza accedere alle parti attive, per esempio attraverso l'utilizzo di una etichetta;
- grado di inquinamento dovrà essere almeno uguale a 2;
- categoria di tenuta alle sovratensioni dovrà essere almeno pari alla categoria III (Norma CEI 64-8 Art. 4-44), in accordo alla Tabella G.1 della CEI IEC EN 61439-1;
- il fattore di contemporaneità RDF è assegnato dal costruttore del quadro e in mancanza di informazioni relative ai carichi di impiego, tale fattore è indicato nella Tabella 101 della Norma CEI EN IEC 61439-3;
- quando un interruttore di manovra-sezionatore, un interruttore automatico senza la protezione di sovracorrente o sezionatore sono incorporati nel DBO, questo deve essere conforme rispettivamente alla CEI EN IEC 60947-3, CEI EN IEC 60947-2 o CEI EN 60669-2-4;
- nei circuiti di entrata non deve essere possibile modificare le regolazioni degli interruttori senza un'azione deliberata che comporti l'uso di una chiave o di un utensile;
- nei circuiti in ingresso equipaggiati con eventuali dispositivi non previsti per essere manovrati da persone comuni, non deve essere possibile la richiusura dopo uno scatto, oppure la sostituzione di un fusibile, senza un'azione deliberata che comporti l'uso di una chiave o di un utensile; in alternativa deve essere posta in vicinanza del dispositivo stesso una targa che indichi che la manovra deve essere eseguita solo da persone istruite o esperte;
- per le parti mobili, quali ad esempio le porte, che devono essere verificate con prova a seguito di modifica rispetto al progetto originale, le manovre meccaniche devono essere almeno 50.

La prova individuale di tenuta alla tensione di isolamento non è richiesta per un DBO contenente solo sbarre collettrici e/o cablaggio del circuito principale prefabbricato, né su costruzioni semplici dove è sufficiente l'ispezione dei conduttori e dei cavi.

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, in Italia, la Norma CEI 23-51, vedi capitolo 17. Naturalmente in Europa e nel resto del mondo per i quadri DBO si deve utilizzare la Norma IEC 61439-3 perché la CEI 23-51 non è riconosciuta a livello internazionale.

Inchiesta pubblica

12 Norma CEI EN IEC 61439 - 4: "Quadri per cantiere"

La Parte 7 della Norma impianti CEI 64-8, dedicata ad ambienti ed applicazioni particolari, prevede, nella Sezione 704, prescrizioni relative agli impianti elettrici dei cantieri di costruzione e demolizione e fornisce regole di installazione a cui bisogna adeguarsi.

All'Art. 704.51 della suddetta Norma si precisa che tutti i quadri per la distribuzione dell'elettricità nei cantieri devono essere conformi alle prescrizioni delle Norma CEI EN IEC 61439-4 (quadri ASC).

Le prescrizioni particolari trattate nella Norma CEI EN IEC 61439-4 sono legate anche alle necessità operative che usualmente si riscontrano nei cantieri, comprese quelle della mobilità, del trasporto su terreni accidentati, dell'esposizione alle intemperie e agli urti, ecc.

12.1 Campo di applicazione

I quadri che per ragioni di installazione non sono soggetti alle severe condizioni ambientali che possono verificarsi in un cantiere, in particolare agli urti e alle sollecitazioni meccaniche (per esempio i quadri installati in locali protetti, come i luoghi di servizio dei cantieri quali uffici, spogliatoi, sale riunioni, mense, spacci, dormitori, servizi igienici, ecc.), non sono considerati quadri per cantiere.

Nel testo della Norma sono utilizzati i seguenti acronimi:

per la versione inglese:

– **ACS** "low-voltage switchgear and controlgear assembly for construction sites",

per la versione Italiana:

– **ASC** "apparecchiatura di protezione e di manovra per bassa tensione per cantiere".

I due acronimi identificano la stessa tipologia di prodotti e possono essere utilizzati dal costruttore indistintamente per il corretto riconoscimento dei quadri per cantiere.

12.2 Caratteristiche particolari degli ASC/ACS

L'Art. 101 della Norma CEI EN IEC 61439-4 riporta una serie di funzioni che i quadri devono soddisfare senza implicare necessariamente una corrispondente suddivisione costruttiva. In altre parole un unico quadro ASC può assommare in sé molteplici caratteristiche funzionali.

Le funzioni indicate nella Norma possono non esaurire tutte le esigenze di impianto relative ad un cantiere e pertanto se un quadro è destinato ad assolvere una funzione non codificata tra quelle tipiche di cantiere ma ne subisce tutti i disagi ambientali, di trasporto e di installazione, deve rispettare tutte le prescrizioni costruttive e di verifica imposte dalla Norma.

12.3 Prescrizioni particolari

Per la verifica di riscaldamento, tutti i quadri per cantiere devono essere verificati con prove, oppure verificati utilizzando il metodo di confronto con altri prototipi provati. Non è ammessa la verifica mediante calcoli.

Tenuto conto della particolare destinazione dei quadri per cantiere ai quali si richiede la facilità di messa in opera, di trasporto, di magazzinaggio oltre quella di sopportare sollecitazioni elettriche, meccaniche ed ambientali gravose, la norma impone prescrizioni particolari, quali ad esempio:

– la posizione del quadro ASC/ACS, se dotata di opportune strutture di sostegno, deve sempre risultare verticale anche se posizionata su terreno sconnesso. Lo spazio per l'uscita dei cavi deve essere compatibile con il raggio di curvatura dei cavi allacciabili;
– le morsettiere di collegamento devono essere idonee per ripetuti allacciamenti;
– il grado di protezione deve essere almeno IP 44;

Inchiesta pubblica

- le prese non protette dall'involucro del quadro ASC/ACS devono avere un grado di protezione almeno pari a IP44 sia quando la spina è rimossa che quando è inserita completamente;
- solo i gradi di inquinamento 3 e 4 sono ammessi. Nota: Il microambiente può essere ridotto al grado di inquinamento 2 se il grado di protezione dell'involucro è almeno IP5X e se si presta attenzione ad evitare la condensazione.

Il fattore di contemporaneità RDF è assegnato dal costruttore del quadro e in mancanza di informazioni relative ai carichi di impiego, tale fattore è indicato nella Tabella 101 della Norma CEI EN IEC 61439-4.

- I quadri devono essere dotati dei mezzi di sollevamento (come ad esempio golfari o maniglie);
- dall'esterno deve essere possibile l'accessibilità solamente alle maniglie di comando, ai pulsanti e alle prese a spina senza l'uso di una chiave o di un attrezzo;
- la resistenza alla corrosione in condizioni normali e in ambiente inquinato deve essere verificata con prove specifiche (Verifica della resistenza alla corrosione in atmosfera fortemente inquinata);
- la resistenza meccanica all'impatto e all'urto deve essere verificata con prove specifiche:
  - prova d'urto: l'ASC completo in ordine di funzionamento deve essere sottoposto ad una prova d'urto di impulso singolo a semionda sinusoidale con severità di 500 m/s^2 di accelerazione di picco ed una durata di 11 ms;
  - prova di impatto: l'ASC completo in ordine di funzionamento deve essere sottoposto ad una serie di impatti di 6 J applicati all'involucro (devono essere applicati complessivamente applicati 18 impatti).

13 Norma CEI EN IEC 61439-5: "Quadri di distribuzione in reti pubbliche"

La Norma CEI EN IEC 61439-5 riguarda i quadri per installazione in una rete elettrica pubblica che, in servizio, ricevono energia elettrica da uno o più circuiti di alimentazione e distribuiscono la stessa energia ad un'altra apparecchiatura attraverso uno o più cavi (PENDA).

Si distinguono in quadri per interno (PENDA-I) o per esterno (PENDA-O).

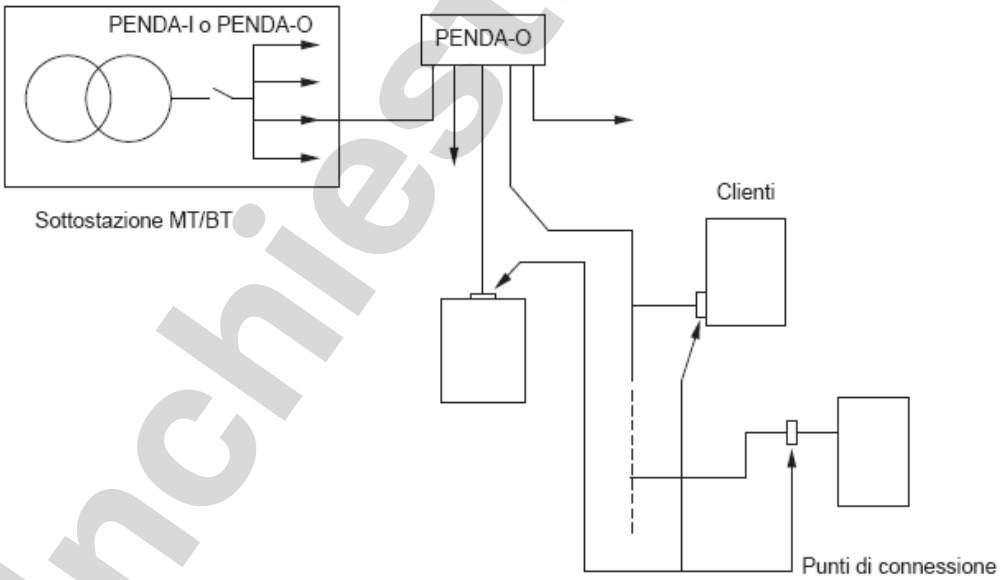


Figura 7 – Esempio di impianto con quadro PENDA

Inchiesta pubblica

I quadri per esterno (PENDA-O) devono fornire un grado di protezione minimo pari a:

- IP34D se installati in luoghi accessibili al pubblico;
- IP23C se installati in luoghi accessibili al pubblico e quando sia collegato temporaneamente un qualsiasi cavo;
- IP33 negli altri casi.

13.1 Verifiche di Progetto

Le prove effettuate sulle configurazioni dei quadri PENDA più critiche verificano la prestazione di configurazioni simili con le stesse caratteristiche costruttive e nominali.

Si tratta di quadri normalmente installati all'esterno (PENDA-O) in ambienti accessibili e, pertanto, è fondamentale che siano dotati di una resistenza meccanica elevata.

Per questo motivo la norma prevede una serie di prove specifiche indicate nel seguito.

13.2 Verifica della resistenza al carico statico

Sono previste due prove:

Prova 1 – Si deve applicare un carico di 8 500 N/m^2 distribuito in maniera uniforme per 5 min sul tetto dell'involucro;

Prova 2 – Si deve applicare una forza di 1 200 N per 5 min a turno sugli spigoli superiori, anteriori e posteriori del tetto dell'involucro;

13.3 Verifica della resistenza all'urto

Viene effettuata con sacco di sabbia asciutta avente una massa totale di 15 kg, lasciato cadere da almeno 1 m sopra il punto di impatto definito per il quadro.

13.4 Verifica della resistenza alla sollecitazione di torsione

Viene effettuata applicando al quadro una forza di torsione di 2 × 1 000 N per 30 s. La prova va effettuata forzando la torsione prima in senso orario, poi in senso antiorario.

13.5 Verifica della tenuta all'impatto

Si realizza con uno specifico apparecchio per la prova d'urto che comprende un pendolo che colpisce il quadro con un'energia d'urto di 20 J.

Per PENDA previsti per il funzionamento in un clima artico, viene eseguito uno specifico condizionamento del quadro per un periodo non inferiore a 12 h (ad una temperatura di – 50°C). La prova d'urto deve essere eseguita ad una temperatura ambiente compresa tra 10 °C e 40 °C in un momento in cui la temperatura esterna dell'involucro si è stabilizzata a una temperatura non superiore a –40 °C.

13.6 Altre prove meccaniche di tenuta

Sono previste anche prove per verificare

- la robustezza meccanica delle porte incernierate, con valori diversi se scollegabili con attrezzo (450N) o senza attrezzo (50N);
- la tenuta alla trazione degli inserti metallici inseriti nel materiale sintetico;
- la resistenza agli urti prodotti da oggetti appuntiti;
- la robustezza meccanica del basamento destinato ad essere inserito nel terreno.

Inchiesta pubblica

14 Norma CEI EN IEC 61439-6: "Condotti sbarre"

I condotti sbarre devono soddisfare la Norma CEI EN 61439-6 che fornisce le prescrizioni specifiche per questi prodotti e fa riferimento alla Norma generale CEI EN 61439-1[(1)].

La norma generale deve essere, in questo caso, letta sostituendo il termine "quadro" con il termine BTS (sistema di condotti sbarre).

Il progettista e l'installatore devono scegliere/utilizzare condotti sbarre conformi alla norma, devono montarli seguendo le indicazioni del costruttore del condotto sbarre e installarli correttamente effettuando le verifiche impiantistiche previste dalla Norma CEI 64-8 – Impianti elettrici BT.

14.1 La verifica della conformità dei condotti sbarre

La conformità si ottiene mediante verifiche di progetto in accordo con le regole della Parte 1.

Come per le altre tipologie di quadri, le metodologie di verifica previste per i condotti sbarre sono tre: verifica mediante prova, verifica per confronto con il progetto di riferimento provato e verifica mediante valutazione (calcoli, regole di progetto, ecc.).

Se sono ammessi più metodi per una stessa verifica, questi sono considerati equivalenti e la scelta di quello più adeguato è responsabilità del costruttore originale.

Non tutte e tre le tipologie di verifica possono, però, essere usate per dimostrare la conformità a tutte le prescrizioni indicate nella norma.

La Norma CEI EN 61439-6 riporta nell'Allegato D la lista delle verifiche di progetto richieste e le opzioni di verifica utilizzabili per ogni caratteristica indicata.

14.2 Analisi dei vari articoli della Norma

Di seguito vengono analizzati i principali articoli della Norma CEI EN 61439-6.

<u>Art. 3 Termini e definizioni e Art 4. Simboli e abbreviazioni.</u>

Vengono riportate le definizioni sia di condotto sbarre BTS, come apparecchiatura composta da sbarre isolate racchiuse in un involucro, che dei vari componenti del condotto stesso., e la lista dei simboli e delle abbreviazioni usate.

<u>Art. 5 Caratteristiche d'interfaccia</u>

Al fine di semplificare la scelta del condotto sbarre idoneo all'applicazione, nell'Allegato C, è riportata la lista delle specifiche che il committente deve fornire al costruttore.

<u>Art. 6 Informazioni</u>

I condotti sbarre devono essere marcati mediante una targhetta che deve essere posta vicino ad un'estremità di ogni elemento di condotto sbarre e su ogni unità di derivazione.

(1) Si ricorda che la norma dei condotti sbarre attualmente in vigore è la CEI EN 61439-6 (2013), che deve essere utilizzata congiuntamente alla versione della Norma CEI EN 61439-1 del 2012. La nuova versione della norma sui condotti sbarre da utilizzare congiuntamente alla versione della Norma CEI EN IEC 61439-1 del 2022 è prevista non prima del 2026.

Inchiesta pubblica

La Norma CEI EN 61439-6 richiede che il costruttore dichiari anche le seguenti grandezze caratteristiche:

- la resistenza ohmica media R_{20} dei conduttori di fase per unità di lunghezza alla temperatura del conduttore di 20 °C, cioè da freddo;
- la resistenza ohmica media R dei conduttori di fase per unità di lunghezza alla temperatura ambiente di 35 °C, quando il quadro è percorso dalla corrente nominale;
- la reattanza media X dei conduttori di fase per unità di lunghezza, alla corrente e frequenza nominali, indipendentemente dalla temperatura;
- le impedenze medie a sequenza positiva e negativa Z_{20} dei conduttori di fase per unità di lunghezza alla temperatura dei conduttori di 20 °C, cioè da freddo;
- le impedenze medie a sequenza positiva e negativa Z dei conduttori di fase per unità di lunghezza alla temperatura ambiente di 35 °C, quando il quadro è percorso dalla corrente nominale.

Queste grandezze sono importanti per il progettista dell'impianto elettrico.

Art. 7 Condizioni di servizio

Nelle condizioni speciali di servizio vanno considerati:

- i carichi meccanici quali le lampade, i cavi;
- le sovracorrenti elevate ripetitive, quali per esempio, quelle legate a saldatrici a resistenza;
- le installazioni effettuate nelle vicinanze di apparecchiature sensibili quali reti dati, apparecchi di radiologia, sistemi di controllo a microprocessore;
- le applicazioni che necessitano di prestazioni particolari in caso di incendio, quali l'integrità dei circuiti per un determinato tempo per garantire la continuità di esercizio.

Art. 8 Prescrizioni di costruzione

Nel paragrafo sono riportate le richieste costruttive specifiche e le modalità di verifica delle stesse che i BTS devono soddisfare in aggiunta a quelle indicate nella parte generale; sono:

- resistenza meccanica dei condotti con derivazione a carrello collettore che devono resistere a 10 000 cicli;
- attitudine a sopportare carichi meccanici, ovvero i condotti installati in orizzontale con carichi meccanici normali (peso dell'unità di alimentazione, se non sostenuta separatamente, delle unità di derivazione, peso del condotto stesso) o pesanti (compresi carichi aggiuntivi quali il peso di una persona);
- attitudine delle unità di derivazione a sopportare le variazioni termiche, cioè la capacità di sopportare le sollecitazioni meccaniche dovute a variazioni di temperatura legate ad un uso intermittente;
- protezione contro l'impatto meccanico, con grado IK dichiarato dal costruttore;
- distanze di isolamento in aria;
- distanze di isolamento superficiale;
- prescrizioni per conduttori di protezione che forniscono la protezione contro le conseguenze di guasti in circuiti esterni alimentati dal condotto sbarre (BTS) per garantire la connessione di massa delle unità di derivazione a carrello collettore;
- parti asportabili;
- corretta connessione tra le unità del condotto sbarre (BTS): il costruttore deve adottare opportuni accorgimenti che garantiscano la corretta connessione di unità adiacenti, per esempio attraverso un'adeguata identificazione.

Inchiesta pubblica

Art. 9 Prescrizioni di prestazione

Nel paragrafo sono riportate le richieste relative alle prestazioni e le modalità di verifica delle stesse che i BTS devono soddisfare in aggiunta a quelle indicate nella parte generale; sono:

- limiti di sovratemperatura: è ammesso sugli involucri una sovratemperatura di 55 K sia per le superfici metalliche che per le superfici di materiale isolante;
- resistenza alla propagazione della fiamma: il BTS non deve incendiarsi o, se incendiato, non deve continuare a bruciare quando la sorgente di accensione è rimossa;
- resistenza alla penetrazione del fuoco nell'edificio: quando un BTS passa attraverso pareti o pavimenti, se è prevista un'unità per barriere tagliafuoco, si deve prevenire la propagazione del fuoco, per una durata specificata (es. 60 min, 90 min, 120 min, 180 min o 240 min).

Art. 10 Verifiche di progetto

Rispetto alla norma generale sono state apportate le seguenti integrazioni e modifiche:

- impatto meccanico: il BTS deve essere provato secondo la CEI EN 62262;
- attitudine a sopportare carichi meccanici: la prova va eseguita sia su un'unità rettilinea che su una giunzione, con verifica anche della resistenza allo schiacciamento;
- prova di cicli termici: la parte di connessione delle unità di derivazione deve essere sottoposta alla prova dei cicli termici, dopo essere stata condizionata.

Art. 11 Verifiche individuali

Sono le medesime previste nella parte generale e vanno eseguite su ogni unità di un BTS.

14.3 Revisione della Norma CEI EN 61439-6

Si segnala che è in corso la revisione della Norma CEI EN 61439-6. La nuova edizione dovrebbe contenere le seguenti novità:

- nuove verifiche relative al sollevamento, al grado IP e al grado IK (maggiori dettagli su esecuzione prove);
- nuove verifiche per Tap-off units (unità di derivazione) con più circuiti e bidirezionali;
- possibilità di utilizzare calcoli per verificare i progetti per quanto riguarda la tenuta al cortocircuito;
- nuovi limiti di riscaldamento per conduttori alluminio o in leghe di alluminio;
- integrazione nei condotti sbarre (BTS) delle sbarre con isolamento solido e isolamento sovrastampato (condotti sbarre resinati);
- considerazioni sull'utilizzo delle valvole di limitazione della pressione (flap) nelle prove di cortocircuito.

15 Norma CEI EN IEC 61439-7: "Quadri per installazioni particolari in luoghi pubblici quali porti, campeggi, mercati e per stazioni di ricarica per veicoli elettrici"

La Norma CEI EN IEC 61439-7 riguarda i quadri destinati ad essere installati in:

- porti, darsene e ambienti similari (AMHS);
- aree di campeggio per caravan, camper e similari (ACCS)
- aree pubbliche quali mercati (AMPS)

o

- destinati alla ricarica di veicoli elettrici (AEVCS) in Modo 3 e in Modo 4, progettati per integrare le funzionalità e i requisiti addizionali dei sistemi di ricarica conduttiva in accordo alla Norma CEI EN IEC 61851-1.

Inchiesta pubblica

Questi quadri devono avere una notevole resistenza meccanica, in quanto destinati ad essere utilizzati in ambienti dove possono essere facilmente soggetti ad urti (es. da parte di veicoli). In ogni caso, la normativa prevede tre diversi livelli di robustezza meccanica:

- a resistenza base,
- a resistenza media,
- a resistenza alta,

ai quali corrispondono diversi tipi e severità di prova, anche in funzione del tipo (pavimento o parete) od ambiente (luoghi con ingresso limitato o non limitato) di installazione

In particolare, per installazione in ambienti con ingresso non limitato, è richiesto l'utilizzo di quadri con resistenza meccanica alta, a meno che il quadro sia destinato all'installazione su parete ad un'altezza non inferiore a 0,9 m rispetto al terreno, nel qual caso è sufficiente un livello di resistenza medio.

Il livello di resistenza all'urto da verificare è:

- IK10 per i quadri ad alta resistenza,
- IK08 per i quadri a media resistenza,
- IK07 per i quadri di resistenza base.

In aggiunta sono previste prove per verificare la:

- resistenza lato superiore ai carichi statici: carico di 8500 N/m2 (per quadri ad alta resistenza) e 4500 N/m2 (per quadri a media resistenza) applicato per 5 min;
- resistenza laterale ai carichi statici: carico di 1200 N/m2 (per quadri ad alta resistenza) e 600 N/m2 (per quadri a media resistenza) applicato per 5 min su ogni lato;
- resistenza alla torsione: forza di 2 x 1.000 N (per quadri ad alta resistenza) applicata per 30 s in entrambi i sensi di rotazione;
- resistenza agli urti: impatto con un sacco di 15 kg (per quadri ad alta resistenza);
- robustezza della porta: con 50 N per quadri ad alta e media resistenza) applicata per 30 s;
- robustezza della porta per porte che possono essere scollegate solo con attrezzi: con 450 N (per quadri ad alta resistenza) e 250 N (per quadri a media resistenza) applicata per 30 s;
- resistenza alla vibrazione per quadri mobili o trasportabili.

Essendo spesso dotati di sistema idrico utilizzato per il riempimento di serbatoi di barche o di camper oppure per operazioni di pulizia, si deve prestare attenzione al fatto che l'acqua che fuoriesce a seguito di eventuali guasti, non rappresenti un pericolo.

Per quanto concerne specifiche prescrizioni di sicurezza e di protezione relative all'installazione si veda quanto indicato dalle relative parti della Norma CEI 64-8 Parte 7 "Applicazioni particolari".

16 CEI EN 62208: "Involucri vuoti"

16.1 Generalità

È possibile trovare sul mercato involucri vuoti di materiale metallico o isolante (o una combinazione dei due), dove verranno successivamente installati i dispositivi di protezione e manovra e gli altri componenti per realizzare un quadro.

Il costruttore che li fabbrica in generale non ne conosce la destinazione e la configurazione d'impiego; egli può solo garantire l'idoneità dell'involucro alla successiva realizzazione di un quadro in accordo alle Norme della serie CEI EN IEC 61439, verificando le caratteristiche meccaniche, termiche, dielettriche, ecc. in accordo alla Norma CEI EN IEC 62208 "Involucri vuoti per apparecchiature di protezione e manovra per bassa tensione".

Inchiesta pubblica

16.2 Classificazione

La Norma CEI EN IEC 62208 classifica gli involucri secondo:

- il tipo di materiale (isolante, metallico o combinazione di isolante e metallico);
- il metodo di fissaggio (a pavimento, a parete, a incasso o su palo);
- il sito di installazione (all'esterno, all'interno);
- il grado di protezione IP (secondo la Norma CEI EN 60529);
- il codice IK di resistenza agli urti (secondo la Norma CEI EN 62262);
- la classe (classe I o classe II) al fine di identificare le idonee misure di protezione contro la scossa elettrica;
- la tensione nominale di isolamento (per involucri in materiali isolanti di classe II).

16.3 Documentazione

Il costruttore dell'involucro deve fornire nella documentazione, oltre a tutte le caratteristiche meccaniche costruttive, la classificazione dell'involucro e tutte le istruzioni necessarie per le corrette condizioni di servizio, assemblaggio e montaggio, che comprendono:

- le dimensioni esterne (altezza, larghezza e profondità) oltre alle sporgenze di eventuali piastre serracavi, coperchi asportabili, maniglie, ecc.;
- le disposizioni di montaggio, (ad es. i mezzi per il montaggio dell'involucro o i mezzi di fissaggio degli apparecchi);
- i carichi ammissibili (che l'involucro, le piastre di montaggio, i supporti per le apparecchiature e le sue porte sono in grado di portare);
- i dispositivi di sollevamento (dove richiesti);
- le disposizioni per la protezione contro la scossa elettrica;
- le condizioni di servizio applicabili: temperatura dell'aria (per installazioni all'interno da –5 °C a +40 °C con media giornaliera non superiore a 35 °C mentre per installazioni all'esterno da –25 °C a +40 °C); l'umidità relativa (per quadri installati all'interno, non deve superare il 57 % a + 40 °C ma può raggiungere il 95% a 30°C);
- ubicazione e dimensioni dello spazio protetto (è lo spazio destinato al montaggio di apparecchi di protezione e di manovra per i quali la protezione contro le influenze esterne e i contatti diretti è garantita dall'involucro);
- la tensione nominale di isolamento degli involucri (se sono in materiale isolante di classe II);
- i dati sulla capacità di dissipazione della potenza termica;
- la massima temperatura ammissibile all'interno dell'involucro per gli involucri in materiale isolante.

I dati relativi alla capacità di dissipazione di potenza termica dipendono dalla temperatura ammissibile all'interno dell'involucro. Essi devono essere forniti per i diversi metodi di installazione (per es. montaggio a incasso, montaggio a parete) dell'involucro e del progetto dell'involucro, cioè con o senza aperture di ventilazione e numero di diaframmi orizzontali.

Essi devono comprendere almeno la sovratemperatura all'interno dell'involucro alla sommità, per una data potenza dissipata all'interno dell'involucro.

Questi dati, relativi alla dissipazione di potenza termica, possono essere determinati secondo la prova di 9.15.2 della stessa Norma CEI EN IEC 62208, o con confronto con un progetto provato o con un metodo di calcolo, per es. secondo la Norma CEI IEC TR 60890.

inchiesta pubblica

16.4 Verifiche

Il costruttore dell'involucro vuoto deve verificare se l'involucro è in grado di resistere alle sollecitazioni termiche, meccaniche ed elettriche dichiarate secondo le seguenti prove:

- indelebilità della marcatura;
- verifica ai carichi statici (rappresenta il carico max. dei componenti che possono essere installati);
- idoneità al sollevamento (solo se equipaggiato con dispositivi per il sollevamento);
- verifica ai carichi assiali degli inserti metallici che sostengono i componenti installati;
- verifica del grado di protezione contro gli urti meccanici esterni (codice IK dichiarato, in accordo con la Norma CEI EN 62262);
- verifica del grado di protezione contro l'accesso a parti pericolose e contro l'ingresso di oggetti solidi e/o acqua (codice IP secondo la Norma CEI EN 60529);
- verifica della stabilità termica (per gli involucri in materiale isolante);
- verifica della capacità di dissipare la potenza termica dichiarata;
- verifica della resistenza al calore (per gli involucri in materiale isolante);
- verifica della resistenza al calore anormale e al fuoco (per gli involucri in materiale isolante);
- verifica della tenuta dielettrica (prova della tensione applicata per gli involucri costruiti in materiale isolante, anche in combinazione con materiali non isolanti);
- verifica della continuità del circuito di protezione (solo per gli involucri di classe I);
- verifica della resistenza alla radiazione ultravioletta (raggi UV, per gli involucri in materiale isolante destinati ad essere installati all'esterno);
- verifica di resistenza alla corrosione (per gli involucri in materiale metallico).

Il costruttore del quadro, che utilizza un involucro conforme alla Norma CEI EN IEC 62208 e non lo modifica in fase di installazione, non deve più ripetere le verifiche suddette. Tali verifiche sono già state effettuate, con esito positivo, dal costruttore dell'involucro vuoto.

La verifica di tenuta della tensione di isolamento va ripetuta comunque sul quadro finito perché è una prova individuale.

Gli involucri conformi alla Norma CEI EN IEC 62208 possono essere utilizzati per realizzare un quadro secondo la Norma CEI 23-51 solamente se conformi anche alla Norma CEI EN 60670- 24.

17 Norma CEI 23-51: "Quadri per uso domestico e similare"

17.1 Riferimenti normativi

La Norma Nazionale CEI 23-51 è dedicata ai quadri per uso domestico realizzati assiemando involucri Classificati GP (uso generale) secondo la Norma CEI EN IEC 60670-24 con apparecchi di protezione e manovra ed altri apparecchi elettrici.

In ambito nazionale la Norma CEI 23-51 rappresenta la regola dell'arte ed ha in Italia valore normativo del tutto uguale alle Norme della famiglia CEI EN IEC 61439"

Dopo l'abrogazione della Norma CEI 23-49, la Norma di riferimento che riguarda l'involucro è la CEI EN IEC 60670-24 "Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari Parte 24: Prescrizioni particolari per involucri di apparecchi di protezione e di altri apparecchi elettrici che dissipano energia".

inchiesta pubblica

17.2 Campo di applicazione

La Norma Nazionale CEI 23-51 si applica ai quadri (di bassa tensione) di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare, ottenuti assiemando involucri, classificati GP (uso generale) secondo la Norma CEI EN IEC 60670-24, con dispositivi di protezione e manovra ed apparecchi elettrici, a loro volta conformi alle rispettive norme di prodotto, per esempio conformi alle Norme CEI EN 60898-1, CEI EN 61008, CEI EN 61009, CEI EN 62423, CEI EN 62606 e CEI EN 60269-3, (sono le norme per gli interruttori magnetotermici, i differenziali, i dispositivi di rilevamento guasto per arco elettrico (AFDD) ed i fusibili di bassa tensione).

Tali quadri devono soddisfare le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale fino a 400 V c.a. oppure c.c.;
- corrente nominale in entrata fino a 125 A (in caso di più linee entranti la corrente nominale è la somma delle correnti entranti);
- corrente presunta di cortocircuito nel punto di installazione del quadro non superiore a 10 kA in valore efficace o corrente limitata a 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di corto circuito quando protetti con dispositivo limitatore;
- temperatura ambiente di 25 °C con limite solo occasionale di 35 °C nelle 24 ore, con massimo 40°C e minimo -5°C.

Questa Norma copre quindi tutte le applicazioni civili più comuni, partendo ad esempio dai centralini di appartamento ($I_{nq} \leq 32$ A) fino ai quadri con una corrente massima in entrata del dispositivo di protezione e manovra di 125 A.

Essa costituisce un valido riferimento normativo in grado di fornire la presunzione di conformità dei quadri per uso domestico e similare di limitata potenza, garantendo le indispensabili verifiche di funzionamento e di sicurezza.

Un quadro realizzato secondo la Norma CEI 23-51 non può essere assimilabile ad un quadro DBO e quindi la conformità alla CEI 23-51 differisce dalla conformità alla Norma CEI EN IEC 61439-3.

17.3 Prescrizioni normative

Le verifiche elettriche prescritte nella Norma CEI 23-51, che di fatto sono assimilabili alle prove individuali dei quadri, devono essere eseguite su ogni esemplare ad opera del costruttore del quadro (normalmente chi monta e cabla il quadro).

Diversamente, le prove riguardanti gli involucri, assimilabili a verifiche di progetto, sono di competenza del costruttore originale (dell'involucro) e devono essere effettuate secondo la Norma CEI EN IEC 60670-24.

La verifica di sovratemperatura del quadro richiede una verifica coordinata di questi 2 attori:

- il costruttore originale (dell'involucro), con la prova di sovratemperatura, fornisce il valore della potenza massima dissipabile dall'involucro senza che le varie parti superino i limiti di sovratemperatura ammessi dalla Norma CEI EN IEC 60670-24;
- il costruttore del quadro (normalmente chi monta e cabla) si assume la responsabilità del quadro finito, verificando che la potenza in esso dissipata dai dispositivi di protezione ed apparecchi (inclusi i dispositivi elettronici, quali ad esempio le apparecchiature domotiche), sia minore o uguale al limite fornito dal costruttore originale dell'involucro, secondo le indicazioni della Norma CEI 23-51.

Altre prove significative previste dalla Norma sono la verifica della costruzione e identificazione, la misura della resistenza di isolamento e la verifica della continuità del circuito di protezione. Nella Tabella 12, di seguito riportata, sono indicate tutte le prove da effettuare su un quadro elettrico costruito conformemente a questa Norma da parte del costruttore del quadro.

inchiesta pubblica

Tabella 12 – Verifiche e prove richieste dalla Norma CEI 23-51

Caratteristiche	Verifiche/Prove
Costruzione ed identificazione	x
Limiti di sovratemperatura	Verifica (solo se il quadro non è monofase o ha corrente nominale Inq>32A)
Resistenza di isolamento	X (solo se il quadro non è monofase o ha corrente nominale Inq>32A)
Grado di protezione	X (nessuna, se involucro non modificato e installato secondo le istruzioni del suo costruttore)
Efficienza del circuito di protezione	X (solo per involucri di classe I)
Cablaggio e funzionamento meccanico e, se necessario, elettrico	x
Compatibilità elettromagnetica (EMC)	X (solo se installati componenti che non soddisfano già le prescrizioni EMC di utilizzo)
Verifica dell'indelebilità dei dati di targa	X
Protezione tramite isolamento doppio o rinforzato (se applicabile)	x

Il costruttore del quadro è normalmente colui che, partendo da un involucro vuoto e da singoli componenti, assembla il tutto fino a formare un quadro completo. Il costruttore del quadro appone la targa e si assume la responsabilità per le caratteristiche del quadro.

Il costruttore originale (dell'involucro) resterà sempre responsabile per le caratteristiche dell'involucro stesso, da lui dichiarate e provate secondo la Norma CEI EN IEC 60670-24.

Non occorrono prove di compatibilità elettromagnetica se i componenti installati nel quadro soddisfano già le prescrizioni EMC per la loro condizione ambientale di utilizzo e sono installati secondo le istruzioni dei rispettivi costruttori.

La Norma CEI 23-51 indica, in Allegato A, anche un esempio di dichiarazione di conformità alla regola dell'arte che il costruttore del quadro può utilizzare.

17.4 Targa del quadro

Ogni quadro deve essere fornito di propria targa, che può essere posta anche dietro la portella, su cui devono essere riportate le caratteristiche indicate dalla Norma.

La targa può essere metallica, in plastica o autoadesiva, purché sia leggibile ed indelebile.

Il grado di protezione IP deve essere riportato in targa solo se superiore a IP3X.

Inchiesta pubblica

Il simbolo dell'isolamento doppio o rinforzato deve essere riportato in targa, solo se applicabile.

Le prescrizioni della prova di indelebilità delle targhe e un esempio di targa si possono trovare nella Norma CEI 23-51.

17.5 Marcatura CE

La Norna CEI 23-51 non è norma armonizzata a livello Europeo e quindi la conformità ad essa non è automaticamente sufficiente per presumere la conformità alle direttive, in accordo a quanto indicato nell'articolo 14 della direttiva BT, esistendo norme armonizzate o internazionali (la norma nazionale vale solo in assenza di esse). Un quadro costruito secondo i requisiti della Norma CEI 23-51 può essere considerato conforme alle direttive ed essere marcato CE se viene effettuata una analisi tecnica basata su norme (o parti di esse) armonizzate o internazionali o nazionali.

Analizzando la CEI 23-51, si nota che

- è Norma CEI e quindi è regola d'arte;
- essendo stata seguita la procedura di Villamoura, il CENELEC ha confermato che tale Norma non è in contrasto con altre Norme Europee;
- è stata pubblicata sulla GURI (170 del 23/7/1997 relativa a versione 1996– non 121 del 25/5/2016 relativa a solo recepimento direttiva BT). La versione 2016 non è stata citata in ulteriori copie GURI;
- varie parti della Norma sono uguali a parti di norme armonizzate:
  - marcature: conforme CEI EN 61439-3-2012 con eccezione indicazione norma di riferimento (non costituisce deviazione sostanziale).
  - requisiti di costruzione: coperti da CEI EN IEC 60670-24.
  - requisiti di prestazione – temperatura: come da Allegato A della CEI EN IEC 60670-24.
  - requisiti di prestazione- corto circuito: non applicabile in quanto $\leq$10kA e quindi conforme a CEI EN 61439-3-2012.
  - requisiti di prestazione- grado di protezione: conforme CEI EN IEC 60670-24.
  - requisiti di prestazione- isolamento: prova isolamento a 500V come da CEI EN 61439-3-2012.
  - requisiti di prestazione- EMC: come da CEI EN 61439-3-2012.

18 Arco interno di un quadro elettrico

18.1 Technical report IEC TR 61641

Questa relazione tecnica fornisce indicazioni sul metodo di prova dei quadri di potenza in bassa tensione chiusi, descritti dalla Norma IEC 61439-2, quando si manifestino archi elettrici in aria dovuti a un guasto interno, con lo scopo di verificare la capacità di limitare lesioni alle persone, i danni subiti dal quadro e la sua idoneità a rimanere in servizio.

La procedura di prova riportata si applica solo quando porte, barriere, coperture sono correttamente installate e chiuse e tiene conto delle sovrappressioni e degli effetti termici generati dall'arco.

Inchiesta pubblica

Non vengono considerati rischi legati a

- gas tossici e rumori forti generati dall'arco,
- lavori di manutenzione a porte aperte o con accesso a zone non normalmente accessibili (es. sopra o sotto il quadro),
- condizioni specifiche di configurazione dei locali dove deve essere installato il quadro.

Le prove descritte, la cui procedura si raccomanda sia integralmente seguita, sono volontarie ed effettuate a discrezione del costruttore del quadro che ne definisce, con riferimento alla rispondenza ai requisiti di protezione dagli effetti di un arco interno,

- la classe
  - **A**: quadri che forniscono protezione alle persone contro gli effetti di un arco in aria al suo interno (nelle aree non classificabili come protette contro l'innesco dell'arco);
  - **B**: quadri che forniscono protezione alle persone contro gli effetti di un arco in aria al suo interno (nelle aree non classificabili come protette contro l'innesco dell'arco) e che mantengono un'integrità strutturale;
  - **C**: quadri che proteggono le persone contro gli effetti di un arco in aria al suo interno (nelle aree non classificabili come protette contro l'innesco dell'arco) e che mantengono sia un'integrità strutturale che una limitata operatività;
  - **I:** quadri in cui la protezione contro gli effetti dell'arco è realizzata riducendo il rischio del suo insorgere utilizzando esclusivamente aree protette contro l'innesco e verificate in accordo al paragrafo 6;
- l'accessibilità (limitato a personale addestrato e istruito o senza alcuna limitazione, su quali lati).

Nella definizione del quadro da provare e della procedura di prova per la verifica del requisito di contenimento dell'arco interno si devono identificare:

- le aree dove lo sviluppo di un arco è estremamente improbabile (esempio: barre con isolamento solido) delle quali devono essere comunque verificate la resistenza alla sollecitazione dielettrica e il grado di protezione (richiesto IP4X per isolamento solido e IP3XD per barriere in accordo alla CEI EN 60529 (CEI 70-1));
- il tipo di protezione e contenimento richiesto in accordo alla classe e all'accessibilità;
- eventuali criteri definiti dall'utilizzatore in funzione dell'applicazione a cui l'assieme è destinato;
- la presenza o meno di dispositivi in grado di limitare gli effetti dell'arco;
- le condizioni di installazione (elettriche tensioni correnti di prova), meccaniche e ambientali nell'applicazione specifica.

A fronte di questi dati si fissano:

- le zone interne del quadro dove la prova deve essere effettuata,
- la sezione del conduttore di innesco e la sua posizione,
- il tipo degli indicatori (in funzione del tipo di persone che hanno accesso al quadro), e la loro posizione (in funzione dei lati ai quali è possibile accedere).

Inchiesta pubblica

Dopo la prova,

- i quadri di classe A devono rispondere ai criteri da 1 a 5 definiti nel paragrafo 8.7 (grado di protezione almeno IP1X, non espulsione di parti con peso superiore ai 60g, non buchi nell'involucro generati dall'arco su aree accessibili con altezza inferiore ai 2m, non incendio degli indicatori, mantenimento della funzionalità del circuito di protezione),
- i quadri di classe B devono rispondere ai criteri relativi ai quadri di classe A con in aggiunta il criterio 6 (non propagazione dell'arco in zone non oggetto del test),
- i quadri di classe C devono rispondere ai criteri relativi ai quadri di classe B con in aggiunta il criterio 7 (nella zona testata grado di protezione almeno IPXXB e isolamento verificato con test a frequenza industriale; nelle zone non testate completa funzionalità).

Per identificare quali eventualità siano coperte dalla prova e in quali condizioni, i risultati della prova devono essere documentati in modo completo ed esteso.

18.2 Technical Specification IEC TS 63107

La specifica tecnica IEC TS 63107:2020-04, Ed.1, stabilisce i requisiti per l'integrazione dei sistemi di mitigazione dell'arco nei quadri chiusi di potenza e controllo in bassa tensione e deve essere letto in congiunzione con la IEC 61439-2.

I sistemi di mitigazione dell'arco interno (Internal Arc-fault Mitigation Systems IAMS) sono sistemi costituiti da un dispositivo in grado di identificare un arco interno (Internal Arc-fault Control Device IACD) e un dispositivo in grado di ridurne gli effetti (Internal Arc-fault Reduction Device IARD), anche combinati in un unico dispositivo.

Il loro scopo è ridurre l'energia rilasciata in caso di guasto per arco interno ai quadri descritti della Norma IEC 61439-2, al fine di:

- ridurre i danni ai quadri, permettendone la continuità di servizio anche dopo un guasto per arco interno;
- ridurre il rischio di lesioni al personale.

Un IACD, descritto nella Norma IEC 60947-9-2 (nel presente documento non vengono considerati i dispositivi di rilevamento dei guasti da arco elettrico (AFDD) secondo la Norma IEC 62606), utilizza gli effetti di un arco, ad es. luce, pressione del gas, variazione di corrente e/o tensione per rilevare un arco all'interno del quadro di potenza e di controllo e generare un segnale di trigger per un IARD associato.

Uno IARD riduce l'energia dell'arco rispetto a quella che verrebbe rilasciata in sua assenza quando il guasto è interrotto dal convenzionale dispositivo di protezione da cortocircuito (Short Circuit Protection Device, SCPD, in accordo alla IEC 60947-2).

Il funzionamento degli IARD attivati da un IACD può essere ottenuto, ad esempio:

a) interrompendo la corrente d'arco con un SCPD attivato da un IACD;

b) collegando in parallelo all'arco un percorso a bassa impedenza con un dispositivo di corto-circuito (Arc Quenching Device, AQD, definito dalla Norma IEC 60947-9-1) e interrompendo la corrente di cortocircuito causata dall'AQD con un SCPD installato a monte;

c) introducendo un'impedenza definita in serie con il circuito di protezione con un dispositivo di limitazione dell'arco elettrico (Internal Arc-fault Limitation Device, IALD), con o senza un SCPD a monte per estinguere l'arco.

Le tecniche più comunemente utilizzate sono quelle descritte ai punti a) e b).

Inchiesta pubblica

Lo scopo di questo documento è:

- definire i requisiti specifici per la corretta integrazione degli IAMS nei quadri elettrici, per esempio indicando tipi e posizionamento dei sensori di un IACD (vedasi 8.5.103 della Technical Specification), come posizionare un AQD (vedasi 8.5.104 della Technical Specification);
- fornire i requisiti necessari al fine di
  - verificare il corretto funzionamento del sistema IAMS in caso di arco, anche quando l'evento si verifichi immediatamente dopo che il quadro sia stato messo sotto tensione,
  - escludere interventi involontari, per esempio quando i dispositivi di protezione integrati intervengano per guasti esterni al quadro o quando siano presenti particolari influenze esterne (es. fonti di luce artificiale o solare) nell'ambiente circostante;
- fornire indicazioni al produttore originale di quadri sui requisiti di costruzione necessari per incorporare un IAMS (vedasi al proposito l'Allegato II della Technical Specification);
- fornire indicazioni per l'utilizzatore sui criteri da considerare quando si specifichi un quadro con IAMS integrato, in particolare per quanto concerne i parametri elettrici e le interazioni con altri dispositivi installati (vedasi Allegato HH della Technical Specification).

La protezione offerta da un IAMS è limitata ad una specifica "area protetta" ed a specifici intervalli di tensione e corrente di corto presunta.

Questo documento non riguarda la sicurezza del personale o l'analisi del livello di danneggiamento del quadro dopo l'arco, per la definizione del quale si rimanda alla Norma IEC TR 61641, Norma che deve essere usata in congiunzione con la presente durante i test.

Il paragrafo 10 di questa Technical Specification descrive

- le prove integrative alla prova di corto circuito quando sia presente un AQD (vedasi aggiunte al paragrafo 10.11.1 della Norma CEI EN IEC 61439-2);
- le verifiche (prove o comparazione con una soluzione testata) relative alla corretta identificazione dell'arco da parte del IACD, connesso o meno al relativo IARD, alla minima corrente presunta di corto-circuito in grado di mantenere l'arco stabile. (vedasi il paragrafo 10.101.2 della Technical Specification);
- le verifiche (prove o comparazione con una soluzione testata) per escludere interventi intempestivi quando si trovi adoperare il dispositivo di protezione e controllo con la più alta emissione della grandezza fisica che lo attiva (vedasi il paragrafo 10.101.3 della Technical Specification);
- le prove del completo funzionamento del IAMS con la definizione dell'energia d'arco associata, in congiunzione con il paragrafo 8 del technical report IEC TR 61641 (vedasi il paragrafo 10.101.4 della Technical Specification); tali verifiche vanno effettuate alla massima tensione/corrente di corto circuito ed eventualmente ripetute nelle condizioni di alimentazione che determinano la massima energia sviluppata dall'arco;
- le prove per verificare il funzionamento del sistema quando l'arco avvenga alla rialimentazione del quadro (vedasi paragrafo 10.101.5 della Technical Specification), ripetendo le verifiche di 10.101.2 della Technical Specification per IACD e di 10.101.4 della Technical Specification per IAMS completo;
- le verifiche da effettuare quando si debba sostituire un IACD (solo per componenti dello stesso costruttore) o un IARD/SCPD (vedasi paragrafo 10.101.6 della Technical Specification).

Inchiesta pubblica

19 Quadri elettrici di comando e controllo delle macchine

Per molti anni vi è stata la discussione a livello nazionale e internazionale circa la norma applicabile ai quadri elettrici destinati ad essere utilizzati per il comando e controllo delle macchine.

Un insieme facente parte dell'equipaggiamento elettrico di una macchina deve essere conforme alla Norma CEI EN 60204-1. Inoltre, l'assieme può anche essere conforme in tutto o in parte alla Norma CEI EN IEC 61439-2:

- *l'applicazione della Norma IEC 61439-2 dovrebbe essere chiaramente identificata all'inizio del progetto;*
- *se il progettista di un quadro o un fabbricante di un'apparecchiatura elettrica compresi i gruppi per macchine segue sia la Norma CEI EN 60204-1 sia in tutto o in parte la Norma CEI EN IEC 61439-2, il quadro elettrico deve soddisfare i requisiti pertinenti di entrambe le norme. In caso di differenze in cui è impossibile soddisfare i requisiti di entrambe le norme, la Norma CEI EN 60204-1 ha la precedenza.*

Da quanto sopra ne deriva che il costruttore di un quadro elettrico di una macchina applica prima di tutto le prescrizioni della Norma CEI EN 60204-1 e, se lo ritiene opportuno, può applicare anche la Norma CEI EN IEC 61439-2 o le parti di questa che lui ritiene di applicare.

Il campo di applicazione delle Norme CEI EN IEC 61439-1:2021 e CEI EN IEC 61439-2:2021 è in linea con le prescrizioni della Norme CEI EN 60204-1, la quale all'Art. 4.2.2 "Switchgear" indica "*In aggiunta alle prescrizioni contenute nella CEI EN 60204-1, in funzione della macchina, dell'uso previsto e del suo equipaggiamento elettrico, il progettista può scegliere parti di quest'ultimo conformi alle parti pertinenti della serie EN 61439*."

Il costruttore di un quadro elettrico di una macchina, se lo ritiene, può quindi avvalersi delle prescrizioni delle Norme CEI EN IEC 61439-1 e/o 2 (o di altre norme che ritiene appropriate per il suo progetto) dove la Norma CEI EN 60204-1 non fornisce prescrizioni sufficientemente dettagliate, come ad esempio le prescrizioni relative alla protezione contro il cortocircuito delle apparecchiature (che è prescritta genericamente senza indicare in dettaglio come realizzarla) o la protezione contro le temperature anormali che possono generare situazioni pericolose (anch'essa prescritta senza fornire dettagli circa come accertarsi di questo). Ad esempio, se il costruttore di un quadro di macchina vuole accertarsi della conformità del quadro elettrico al requisito relativo alla protezione contro le temperature anormali può avvalersi della IEC 61439-1 che ammette i calcoli di sovratemperatura basati sul Rapporto Tecnico IEC TR 60890 (recepito dal CEI come CEI IEC TR 60890:2025) il quale permette calcoli di sovratemperatura fino a 3200 A.

Si noti che essendo la Norma CEI EN 60204-1 la Norma da applicare primariamente ai quadri elettrici di macchine; le prescrizioni da seguire per la marcatura degli involucri sono indicate nella Norma IEC 60204-1 all'Art. 16.4 "*Marcatura di involucri per equipaggiamenti elettrici".*

Inchiesta pubblica

20 Guida CEI 0-23 "Guida per progettazione ed installazione di sistemi e componenti elettrici per BT in ambienti soggetti a rischio sismico"

La guida riporta i suggerimenti, le raccomandazioni di progetto e gli accorgimenti di installazione per individuare l'input sismico e per ridurre la vulnerabilità sismica di sistemi e componenti a bassa tensione (BT), con lo scopo di fornire le corrette indicazioni a Progettisti, Costruttori di apparecchiature elettriche, Installatori, Committenti, Laboratori di prova, Proprietari di edifici, Gestori di strutture, Personale di manutenzione, Direttori di negozi o uffici, Gestori del rischio e Personale addetto alla sicurezza, ecc.

Le raccomandazioni della Guida si applicano a sistemi e a componenti elettrici a bassa tensione per i quali si voglia garantire il rispetto delle prestazioni loro richieste nelle condizioni ambientali dovute al sisma, sia per l'ambito residenziale che per ospedali, industrie, terziario, luoghi con pericoli specifici come rilasci chimici, rilasci radioattivi, ecc.

La Guida può essere applicata sia agli impianti nuovi, installati in edifici nuovi o esistenti, sia agli impianti esistenti ed è in grado di fornire i parametri per la definizione degli spettri richiesti per la qualifica dei componenti (RRS), in funzione dell'accelerazione massima su suolo rigido a_g, della vita nominale V_N, e della Classe d'Uso.

Nel sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia è possibile determinare l'accelerazione massima su suolo rigido:

Per una migliore comprensione delle successive tabelle e descrizioni il significato degli acronimi utilizzati è:

RRS (Requested Response Spectrum) Spettro di Risposta Richiesto

ZPA (Zero Period Acceleration) Accelerazione a periodo nullo

PGA (Peak Ground Acceleration) Accelerazione massima al suolo

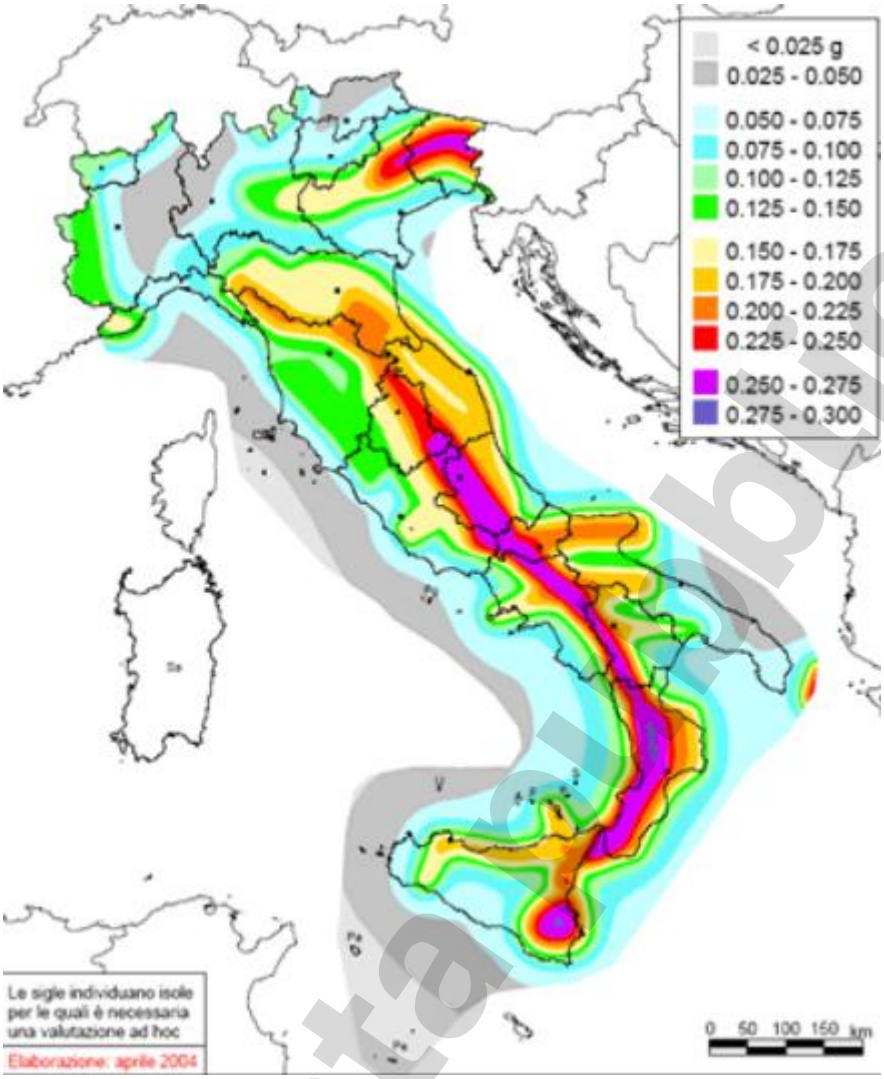
SLO Stato Limite di Operatività

SLV Stato Limite di salvaguardia della Vita

Vn vita nominale

Cu Classe d'Uso

Inchiesta pubblica



La guida fornisce le indicazioni per determinare gli spettri di risposta (RRS), con la forma definita dalla CEI EN 60068-2-57, e l'accelerazione di riferimento dello spettro calcolata per il luogo di applicazione del componente (ZPA). Tale valore dovrà tenere conto delle amplificazioni qualora l'applicazione del componente sia sui piani superiori. La procedura per ottenere i valori degli spettri di piano è descritta nella Tabella 13. La Tabella, per semplificare l'analisi, classifica tre livelli di severità relativi agli spettri di risposta, associati alla zona, alla vita utile, alla Classe d'Uso e alla posizione del componente.

Inchiesta pubblica

Tabella 13 – Parametri per la definizione degli spettri richiesti per la qualifica dei componenti (RRS), in funzione dell'accelerazione massima su suolo rigido a_g, della vita nominale V_N, e della Classe d'Uso (vedi xxx)

		Accel. max su suolo rigido (P = 10 % in 50 anni) a_g, Vita nominale V_N, Classe d'Uso		Spettri al suolo (g)				Spettri di piano (g)			
				SLO		SLV		SLO		SLV	
		$a_g \leq 0{,}15$ (ex zone 3 e 4)	$a_g > 0{,}15$ (ex zone 1 e 2)	ZPA	max	ZPA	max	ZPA	max	ZPA	max
Livello di severità	1	V_N 50 anni CU II (C_u = 1)	–	0,18	0,40	0,45	0,99	0,5	1,50	1,32	$\frac{3{,}96}{k}$
	2	V_N 100 anni (C_u = 2)	V_N 50 anni (C_u = 1)	0,30	0,66	0,60	1,32	0,86	2,58	1,90	$\frac{5{,}70}{k}$
	3	–	V_N 100 anni (C_u = 2)	0,47	1,03	0,90	1,98	1,32	3,96	2,58	$\frac{7{,}74}{k}$

Per la qualifica dei componenti, si consigliano input sismici caratterizzati dalle seguenti intensità, con riferimento alle forme spettrali definite nella CEI EN 60068-2-57. I parametri riportati sono studiati in modo che ogni livello di intensità di prova (livello di prova) inviluppi gli spettri di piano richiesti per il corrispondente livello di severità, con riferimento allo stato limite di operatività.

- Livello di prova 1: SLO con ZPA = 0,5 g – SLV con ZPA = 1,5 g ($a_g \leq 0{,}15$ V_N 50 anni - C_U = 1)

  (Raccomandato per le apparecchiature montate a livello del suolo per le zone da 1 a 4 e per i piani superiori per il livello 1 in strutture a telaio in calcestruzzo armato).

- Livello di prova 2: SLO con ZPA = 1,0 g – SLV con ZPA = 2 g ($a_g \leq 0{,}15$ V_N 100 anni - C_U = 2 e per $a_g > 0{,}15$ V_N 50 anni - C_U = 1)

  Raccomandato per le apparecchiature già citate in precedenza e quelle montate ai piani superiori per il livello 2 in strutture a telaio in calcestruzzo armato).

- Livello di prova 3: SLO con ZPA = 1,5 g – SLV con ZPA = 3 g (C_U = 2 e per $a_g > 0{,}15$ V_N 100 anni - C_U = 2)

  (Raccomandato per le apparecchiature già citate in precedenza e quelle montate ai piani superiori per il livello 3 in strutture a telaio in calcestruzzo armato).

A titolo esemplificativo si possono fare le seguenti associazioni tra tipologia di costruzione, vita nominale e Classe d'Uso.

V_N 100 anni, C_U = 2: edificio con livelli di prestazione elevati, con funzioni pubbliche e strategiche importanti (ospedali, caserme dei VV.F., industrie a rischio di incidente rilevante).

V_N 50 anni, C_U = 1: edificio con livelli di prestazione ordinari con normali affollamenti, senza funzioni pubbliche né contenuti pericolosi per l'ambiente (civili abitazioni).

I diversi colori evidenziano il possibile impiego dei componenti in funzione della severità utilizzata in sede di qualifica.

Il livello di prova 3 non è in genere utilizzato per apparecchiature pesanti e ingombranti perché normalmente collocate ai piani inferiori.

Gli spettri di risposta richiesti sono conformi alla CEI EN 60068-2-57 con rapporto di smorzamento del 5 %.

Il fascicolo tecnico del/dei componente/i contiene il rapporto definito in accordo alla normativa e/o l'attestazione/autocertificazione di qualifica rilasciata dal Costruttore/Committente.

Inchiesta pubblica

All'interno della guida sono state inserite le schede di "prodotto" con le informazioni necessarie per la verifica sismica.

La seguente scheda (Appendice D della Guida CEI 0-23) permette una veloce verifica delle prestazioni del quadro:

Scheda di prodotto per quadri di bassa tensione

Prove qualifica sismica per quadri di bassa tensione (7.6)					
Norma prodotto	CEI EN 61439-2				
Livello severità sismica (7.4)	o Livello di prova 1 ZPA: SLO = 0,5 g, SLV = 1,5 g o Livello di prova 2 ZPA: SLO =1 g, SLV = 2 g o Livello di prova 3 ZPA: SLO = 1,5 g, SLV = 3 g				
N° prove a ZPA	1				
Attività	Descrizione verifica	Riferimenti normativi e criteri di conformità	Criterio di accettazione 7.5		
			SLO		SLV
			0	1/2	3
Verifica prestazioni sismiche	Ricerca frequenza di risonanza	CEI EN 60068-3-3 CEI EN 60068-2-6	SI	SI	–
	Prove di invecchiamento sismico 1.1.1.1 (n. 5 test al 50 % dello spettro di qualifica)	CEI EN 60068-3-3	SI	SI	–
	Prova sismica: ZPA - RRS CEI EN 60068-2-57	o Severità 1: SLO = 0,5 g; SLV = 1,5 g o Severità 2: SLO = 1 g; SLV= 2 g o Severità 3: SLO = 1,5 g; SLV = 3 g	SI	SI	SI
Verifica durante la prova	Continuità elettrica dei contatti	–	SI	–	–
	Operatività comandi motore e bobine	Norma di prodotto	SI	–	
Verifiche funzionali dopo la prova	Ricerca frequenza di risonanza	Variazione inferiore del 20 % rispetto a prima della prova.	SI	SI	–
	Circuiti elettrici interni e collegamenti	11.6 di CEI EN 61439-1	SI	SI	–
		Verifica coppie di serraggio maggiore del 10 % della nominale e controllo visivo	SI	SI	
	Mantenimento prestazioni del grado di protezione degli involucri	CEI EN 61439-1, 11.2 di CEI EN 60529	IP2X	IP2X	–
	Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione	11.4 di CEI EN 61439-1	SI	SI	–
	Installazione dei componenti	11.5 di CEI EN 61439-1	SI	SI	–
	Funzionamento meccanico	11.8 di CEI EN 61439-1	SI	SI	–
	Proprietà dielettriche	11.9 di CEI EN 61439-1	SI	SI	–
Verifica struttura dopo la prova	Assenza distacchi di parti che possono creare pericolo per persone e cose che si trovano nelle vicinanze (per es. massa superiore a 1 Kg)	–	SI	SI	SI
	Integrità vetro se applicabile	–	SI	SI	–
	Integrità pannellatura/Integrità zoccolo	–	SI	SI	–
	Configurazione ripristinabile con normale manutenzione	–	SI	SI	–

Oltre alla scheda per la verifica del quadro, nella Guida CEI 0-23, sono disponibili anche la scheda per la verifica dei condotti sbarre e degli apparecchi di illuminazione.

Inchiesta pubblica

Allegato A

Applicabilità delle tre opzioni di verifica

A.1 Generalità

L'Allegato D della Norma CEI EN 61439-1, a partire dalla lista delle verifiche di progetto da effettuare per dimostrare la conformità del progetto alla Norma, definisce l'applicabilità di tre opzioni di verifica equivalenti fra loro, che sono:

- verifica mediante prove;
- verifica mediante confronto con il progetto di riferimento provato;
- verifica mediante valutazione (calcoli, regole di progetto, ecc.).

Rispetto alla Tabella D.1 della Norma CEI EN 61439-1 (limitata dal riquadro in grassetto), nella Tabella A.1, di seguito riportata, sono stati aggiunti i paragrafi della Norma che definiscono:

- le relative prescrizioni di costruzione o di prestazione, per una migliore comprensione delle prescrizioni per le prove ed il loro scopo;
- le verifiche individuali per avere una lista di riferimento completa di tutte verifiche necessarie da effettuare su ogni singolo quadro prima della sua consegna;
- le note che indicano quando è possibile effettuare la verifica.

Inchiesta pubblica

Tabella A.1 – Elenco delle 3 opzioni di verifica con i paragrafi di riferimento della Norma CEI EN 61439-1

Allegato D della Norma CEI EN 61439-1						Paragrafi di riferimento		
Verifiche di progetto						Prescrizioni di costruzione	Prescrizioni di prestazione	Verifiche individuali
Tabella D.1 – Lista delle verifiche di progetto da effettuare								
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	–	–	–	8.1	–	–
	Resistenza alla corrosione	10.2.2	SI	SI	NO	8.1.2	–	–
	Proprietà dei materiali isolanti:	10.2.3	–	–	–	8.1.3	–	–
	Stabilità termica	10.2.3.1	SI	SI	NO	8.1.3.1	–	–
	Resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco che si verifica per effetti interni di natura elettrica	10.2.3.2	SI	SI	SI [(a)]	8.1.3.2.3	–	–
	Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV)	10.2.4	SI	SI	SI [(a)]	8.1.4	–	–
	Sollevamento	10.2.5	SI	SI	NO	8.1.6	–	–
	Impatto meccanico (IK)	10.2.6	SI	SI	NO	8.2.1	–	–
	Marcatura	10.2.7	SI	SI	NO	6.1	–	–
	Funzionamento meccanico	10.2.8	SI	SI	NO	8.1.5	–	11.8
2	**Grado di protezione degli involucri (IP)**	10.3	SI	NO	SI[(b)]	8.2.2 8.2.3	–	11.2
3	**Distanze d'isolamento in aria**	10.4	SI	NO	NO	*8.3.2*	–	11.3
4	**Distanze d'isolamento superficiali**	10.4	SI	NO	NO	8.3.3	–	11.3
5	**Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione:**	10.5	–	–	–	8.4	–	11.4
	Effettiva continuità tra le masse del quadro di classe I e il il circuito di protezione	10.5.2	SI	NO	NO	8.4.3.2.2	–	-
	Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione	10.5.3	SI	SI	NO	8.4.3.2.3	9.3	-
6	**Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti**	10.6	NO	NO	SI	8.5	–	11.5

Inchiesta pubblica

Allegato D della Norma CEI EN 61439-1						Paragrafi di riferimento		
Verifiche di progetto						Prescrizioni di costruzione	Prescrizioni di prestazione	Verifiche individuali
Tabella D.1 – Lista delle verifiche di progetto da effettuare								
N°	Caratteristiche da verificare	Articoli o paragrafi	Opzioni della verifica effettuabile					
			Prove	Confronto con il progetto originale	Verifica mediante valutazione			
7	**Circuiti elettrici interni e collegamenti**	10.7	NO	NO	SI	8.6	–	11.6
8	**Terminali per conduttori esterni**	10.8	NO	NO	SI	8.8	–	11.7

Inchiesta pubblica

Allegato D della Norma CEI EN 61439-1						Paragrafi di riferimento		
Verifiche di progetto						Prescrizioni di costruzione	Prescrizioni di prestazione	Verifiche individuali
Tabella D.1 – Lista delle verifiche di progetto da effettuare								
N°	Caratteristiche da verificare	Articoli o paragrafi	Opzioni della verifica effettuabile					
			Prove	Confronto con il progetto originale	Verifica mediante valutazione			
9	**Proprietà dielettriche:**	10.9	–	–	–	–	9.1	–
	Tensione di tenuta a frequenza di esercizio	10.9.2	SI	NO	NO	–	9.1.2	11.9
	Tensione di tenuta a impulso	10.9.3	SI	NO	SI (c)	–	9.1.3	-
	Involucri realizzati in materiale isolante	10.9.4	SI	NO	NO	-	9.1.2	-
	Maniglie di manovra esterne in materiale isolante	10.9.5	SI	NO	NO	-	9.1.2	-
	Conduttori rivestiti con materiale isolante per la protezione contro la scossa elettrica	10.9.6	SI	NO	NO	8.4.2.2	9.1.2	-
10	**Limiti di sovratemperatura**	10.10	SI	SI	SI (d)	–	9.2	–
11	**Tenuta al cortocircuito**	10.11	SI	SI	NO	–	9.3	–
12	**Compatibilità Elettromagnetica (EMC)**	10.12	SI	NO	SI (e)	–	9.4	–
–	**Cablaggio, prestazione in condizioni operative e funzionalità**	–	–	–	–	–	–	11.10

NOTE:

(a) La verifica mediante valutazione è possibile quando il costruttore originale può avvalersi dei dati forniti dal fornitore del materiale isolante o sintetico per dimostrare la conformità con le prescrizioni.

(b) La verifica mediante valutazione è possibile se si usa un involucro vuoto in accordo con la CEI EN 62208 e si dimostra che nessuna modifica esterna effettuata comporta un deterioramento del grado di protezione.

(c) La verifica mediante valutazione è possibile se le distanze di isolamento in aria sono almeno 1,5 volte i valori minimi richiesti e se tutti gli apparecchi incorporati sono idonei per una tensione di tenuta ad impulso specificata a partire dai dati forniti dal costruttore degli stessi apparecchi.

(d) La verifica mediante valutazione è possibile solo quando la corrente nominale dei circuiti del quadro non supera l'80 % della corrente termica in aria libera o della corrente nominale degli apparecchi di manovra e dei componenti elettrici compresi nei circuiti con l'aggiunta di altre condizioni.

(e) La verifica mediante valutazione è possibile se i dispositivi ed i componenti incorporati sono conformi alle prescrizioni di compatibilità elettromagnetica richieste ed il montaggio e cablaggio sono effettuati secondo le istruzioni dei costruttori dei dispositivi.

3227

Inchiesta pubblica

Allegato B

Quadri diversi dal mercato europeo, in particolare regole per il Nord America

B.1 Generalità

La Norma CEI EN IEC 61439-1, nell'Allegato N, fornisce indicazioni per le distanze d'isolamento in aria e superficiali e per quanto concerne i limiti di sovratemperatura nel Nord America.

B.2 Classificazione degli involucri fatta da UL e NEMA

NEMA e UL sono organismi di normalizzazione, comunemente riconosciuti in Nord America, che hanno stabilito un sistema di classificazione degli involucri in funzione della protezione garantita nei diversi ambienti di utilizzo.

Può essere utile ricordare la classificazione degli involucri fatta da UL e NEMA in base alle condizioni ambientali di installazione.

La Tabella B.1, qui sotto riportata, sintetizza questa classificazione che non riguarda le zone con rischio di esplosione.

Tabella B.1 – Classificazione degli involucri fatta da UL e NEMA in base alle condizioni ambientali di installazione

Condizioni ambientali e protezione	Classificazione												
	1	2	3	3R	3S	4	4X	5	6	6P	12	12X	13
Utilizzo all'interno	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Utilizzo all'esterno			•	•	•	•	•		•	•			
Contatto accidentale con l'apparecchiatura	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Sporco	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cadute e leggeri spruzzi d'acqua non corrosivi		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Pioggia, ghiaccio(*) e neve			•	•	•	•	•		•	•			
Ghiaccio(**)					•								
Polveri, fibre e particelle in sospensione			•		•	•	•		•	•	•	•	•
Accumulo di polveri. Fibre e particelle in sospensione			•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Polvere			•		•	•	•		•	•			
Schizzi e getti d'acqua						•	•		•	•			
Schizzi leggeri e perdite di olio o refrigeranti non corrosivi											•	•	•
Gocciolamenti, schizzi e spruzzi di olio o refrigeranti non corrosivi													•
Agenti corrosivi							•			•			
Immersione temporanea occasionale									•	•			
Immersione prolungata occasionale										•			

(*) Il funzionamento dei meccanismi esterni non è richiesto quando l'involucro è ricoperto di ghiaccio.

(**) Il funzionamento dei meccanismi esterni è richiesto quando l'involucro è ricoperto di ghiaccio.

Inchiesta pubblica

Gli involucri devono fornire una protezione delle apparecchiature contro condizioni ambientali difficili e proteggere le persone contro i rischi di contatto accidentale con l'apparecchiatura.

Le classificazioni (Tipo di protezione) in funzione dell'utilizzo e delle definizioni sono le seguenti.

Tabella B.2 – Tipo di protezione in funzione dell'utilizzo e delle definizioni

Tipo	Utilizzo	Definizione
1	All'interno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco.
2	All'interno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, gocciolamenti e schizzi leggeri di liquidi non corrosivi.
3	All'interno e all'esterno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, pioggia, nevischio, neve, polvere e resiste alla formazione di ghiaccio all'esterno.
3R	All'interno e all'esterno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, pioggia, nevischio, neve e resiste alla formazione di ghiaccio all'esterno.
3S	All'interno e all'esterno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, pioggia, nevischio, neve e polvere. Il meccanismo esterno deve continuare a funzionare anche dopo la formazione di strati di ghiaccio.
4	All'interno e all'esterno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, pioggia, nevischio, neve, polvere, schizzi e getti d'acqua diretti; resiste alla formazione di ghiaccio all'esterno.
4x	All'interno e all'esterno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, pioggia, nevischio, neve, polvere, schizzi e getti d'acqua diretti; resiste agli agenti corrosivi e alla formazione di ghiaccio all'esterno.
5	All'interno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, accumulo di polvere, laniccio, fibre, particelle in sospensione, gocciolamenti e schizzi leggeri di liquidi non corrosivi.
6	All'interno e all'esterno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, pioggia, nevischio, neve, getti d'acqua diretti, penetrazione d'acqua in caso di immersione temporanea occasionale ad una profondità limitata; resiste alla formazione di ghiaccio all'esterno.
6P	All'interno e all'esterno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, pioggia, nevischio, neve, getti d'acqua diretti, penetrazione d'acqua in caso di immersione prolungata occasionale ad una profondità limitata; resiste agli agenti corrosivi e alla formazione di ghiaccio all'esterno.
12	All'interno (involucri senza fori sfondabili)	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, accumulo di polvere, laniccio, fibre, particelle in sospensione, gocciolamenti e schizzi leggeri di liquidi non corrosivi oltre che contro gli schizzi leggeri o perdite d'olio e di refrigeranti non corrosivi.
12K	All'interno (involucri con fori sfondabili)	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, accumulo di polvere, laniccio, fibre, particelle in sospensione, gocciolamenti e schizzi leggeri di liquidi non corrosivi oltre che contro gli schizzi leggeri o perdite d'olio e di refrigeranti non corrosivi.
13	All'interno	L'involucro fornisce la protezione delle persone contro i contatti accidentali con l'apparecchiatura interna e protegge quest'ultima contro lo sporco, polvere, laniccio, fibre, particelle in sospensione, spruzzi, schizzi e perdite d'acqua, di olio e di refrigeranti non corrosivi.

Inchiesta pubblica

Non esiste una corrispondenza codificata fra questi tipi e i gradi di protezione previsti dalla Norma CEI EN 60529: la seguente Tabella B3 (fonte: documento NEMA BI-50022-2024) fornisce indicazioni per la conversione tra la classificazione Nema verso quella IEC (e non viceversa, in quanto il codice IP non prevede verifiche relative a invecchiamento delle guarnizioni e livello di corrosione):

Prima cifra codice IP	Seconda cifra codice IP																				
	1		2		3 3S		3R		4 4X		5		6		6P		12 12K		13		
IP0_																					IP_0
IP1_																					IP_1
IP2_																					IP_2
IP3_																					IP_3
IP4_																					IP_4
IP5_																					IP_5
IP6_																					IP_6
																					IP_7
																					IP_8
A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	B

B.3 Progettazione, costruzione e verifica di un quadro destinato al mercato nordamericano

Per la progettazione, costruzione e verifica di un quadro destinato al mercato nordamericano, occorre tener presenti alcune regole di immissione sul mercato e le principali norme vigenti.

Di seguito alcune utili informazioni.

L'approccio nordamericano è regolamentato dai codici federali e nazionali.

I principali sono il Code of Federal Regulation (CFR 29), che nella sezione "S" tratta la parte elettrica, e il National Electrical Code (NEC) che fornisce indicazioni e suggerimenti per la realizzazione degli impianti elettrici, definendone altresì i requisiti.

Il CFR e il NEC contengono al loro interno tutti i riferimenti tecnici per la realizzazione degli impianti e delle installazioni conformi.

Talvolta i CFR sono in ritardo rispetto allo stato dell'arte e allo sviluppo tecnologico; il NEC invece viene revisionato ogni tre anni e per questo viene preferito ed utilizzato da tutti gli enti di sorveglianza e controllo negli Stati Uniti (AHJ = Authority Having Jurisdiction).

Il Canada e il Messico hanno a loro volta emesso i loro codici di installazione denominati Canadian Electrical Code (CEC) e Mexican Electrical Code (MEC). Negli Stati Uniti, l'introduzione di un prodotto sul mercato comporta necessariamente il rispetto del CFR 29 e del codice di installazione elettrico NEC.

B.4 Certificazione dei prodotti

Ai fini di comprendere quando sia necessaria la certificazione dei prodotti, si deve distinguere tra componenti, apparecchiature, sistemi ed impianti.

Inderogabilmente per la conformità di alcuni componenti (ad esempio interruttori, sezionatori, cavi, fusibili, involucri, ecc.) è necessario ricorrere ad una parte terza indipendente (NRTL = National Recognized Testing Laboratories), quali ad esempio UL, CSA, TUV, ecc. tali Enti rilasciano, dopo le prove e le verifiche, la certificazione.

Gli insiemi, che comprendono queste parti elementari ma che vanno a costituire di fatto nuove applicazioni (macchine, apparecchiature/quadri, sistemi ed impianti) non sono vincolati alla certificazione finale.

Inchiesta pubblica

Questo approccio si avvicina al concetto di autodichiarazione europeo; sussiste tuttavia una notevole diversità di comportamento in caso di prodotto non conforme. Infatti, contrariamente al principio europeo, si attivano azioni di rivalsa economica e/o di mancata copertura assicurativa in caso di incidente.

Il NEC è riconosciuto come un criterio legale di progettazione ed installazione elettrica sicura in molti stati della federazione. In molti casi, un ruolo similare è esercitato dai codici locali CFR che presentano poche differenze rispetto al NEC. Il NEC è, ad esempio, usato dalle compagnie di assicurazione come riferimento di base per assicurare le costruzioni.

IL NEC, o NFPA 70, è solitamente accompagnato da HANDBOOK, veri e propri manuali di progettazione pratica, scritti ed emessi dalla NFPA che ha la responsabilità di scrivere, revisionare e divulgare tale codice.

In sintesi, se per l'imprenditore operante in Europa il rischio è costituito dal ritiro dal mercato del prodotto non conforme, per il collega operante oltre oceano il rischio è legato al risarcimento dei danni provocati.

Inchiesta pubblica

Allegato C

Esempio 1: Quadro di distribuzione con corrente nominale (I_{nA}) di 630 A

Di seguito si riporta un esempio di realizzazione di un quadro di distribuzione con corrente nominale (I_{nA}) di 630 A con una configurazione e caratteristiche elettriche per cui le verifiche di sovratemperatura e cortocircuito sono semplificate. Questo esempio non è esaustivo ed è fornito solo come guida.

Per la progettazione, costruzione, verifica e messa in servizio del quadro, sono stati prodotti i seguenti documenti allegati.

Documenti indicati dal committente

- Dati di ingresso necessari per la fornitura del quadro (C.0), (C.1).
- Schema unifilare del quadro con la tabella materiali (C.2).
- Dimensioni massime di ingombro (C.3).

Documenti definiti dal costruttore del quadro

- Schema unifilare del quadro con la tabella materiali (C.4).
- Schema ausiliari di comando, morsettiera e analizzatore di rete (C.5).
- Informazioni relative al quadro – Caratteristiche di interfaccia (C.6).
- Fronte quadro e dimensioni di ingombro (C.7).
- Verifica delle sovratemperature con il metodo di confronto delle potenze dissipate (quadri con corrente nominale ≤ 630 A) (C.8).
- Tabella con le verifiche di progetto effettuate (C.9).
- Rapporto di prova (verifiche individuali) (C.10).
- Dichiarazione di conformità del quadro alla Norma CEI EN IEC 61439-2 (C.11).
- Dichiarazione UE di conformità (C.12).
- Istruzioni per l'installazione, l'uso e la manutenzione (C.13).

C.0 Caratteristiche per la specificazione del quadro di distribuzione (indicati dal committente)

- Tensione di impiego: U_e = 400V;
- tensione di isolamento U_i = 500 V;
- tensione di tenuta ad impulso U_{imp} = 6 kV;
- corrente nominale del quadro I_{nA} = 630 A;
- corrente di cortocircuito presunta I_{cp} ≤ 10 kA;
- grado di protezione IP30.

C.1 Dati di ingresso necessari per la fornitura del quadro (indicati dal committente)

Il Committente dovrebbe fornire al costruttore del quadro i dati necessari per la realizzazione del quadro di seguito riportati in Tabella C.1. In mancanza di tali dati è il costruttore che li definisce (Allegato AA CEI EN IEC 61439-2).

inchiesta pubblica

3340 **Tabella C.1 – Dati di ingresso per la fornitura del quadro (indicati dal Committente)**

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Sistema elettrico				
Sistema di messa a terra	5.6, 8.4.3.1, 8.4.3.2.3, 8.6.2, 10.5, 11.4	Standard del costruttore scelte per rispondere alle esigenze locali	TT TN-C TN-C-S TN-S IT	TN-S
Tensione nominale (V)	3.8.9.1, 5.2.1, 8.5.3	Secondo le condizioni di installazione locali	Max 1 000 V c.a. o 1 500 V c.c.	400 V c.a.
Sovratensione transitorie	5.2.4, 8.5.3, 9.1, Allegato G	Determinata dal sistema elettrico	Categorie di sovratensione I/II/III/IV	(categoria IV)
Sovratensioni temporanee	9.1	Tensione nominale di rete + 1 200 V	Nessuna	Tensione di prova come da Norma
Frequenza nominale f_n (Hz)	3.8.12, 5.5, 8.5.3, 10.10.2.3, 10.11.5.4	Secondo le condizioni di installazione locali	c.c./50 Hz/60 Hz	50 Hz
Prescrizioni addizionali per prove sul posto: cablaggio, prestazioni di condizioni operative e funzione	11.10	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Capacità di tenuta al cortocircuito				
Corrente di cortocircuito presunta ai terminali di alimentazione I_{cp} (kA)	3.8.7	Determinata dal sistema elettrico	Nessuna	Tenuta al cto-cto richiesta 10 kA
Corrente di cortocircuito presunta nel neutro Icp (kA)	10.11.5.3.5	Max. 60 % dei valori delle fasi	Nessuna	Tenuta al cto-cto richiesta 10 kA
Corrente di cortocircuito presunta nel circuito di protezione Icp (kA)	10.11.5.6	Max. 60 % dei valori delle fasi	Nessuna	Tenuta al cto-cto richiesta 10 kA
Requisiti di un SCPD nell'unità funzionale di entrata	9.3.2	Secondo le condizioni di installazione locali	SI / NO	SI
Coordinamento dei dispositivi di protezione contro il cortocircuito, compresi i dettagli del dispositivo esterno di protezione contro il cortocircuito	9.3.4	Secondo le condizioni di installazione locali	Nessuna	È richiesta selettività tra dispositivo principale e dispositivi derivati a valle
Dati associati ai carichi che potrebbero contribuire alla corrente di cortocircuito	9.3.2	Nessun carico suscettibile di portare un contributo significativo consentito	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Protezione delle persone contro la scossa elettrica, in accordo con la IEC 60364-4-41				

inchiesta pubblica

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Tipo di protezione contro la scossa elettrica – Protezione principale (protezione contro i contatti diretti)	8.4.2	Protezione principale	Secondo le regole di installazione locali	mediante involucri e barriere
Tipo di protezione contro la scossa elettrica – Protezione in caso di guasto (protezione contro i contatti indiretti)	8.4.3	Secondo le condizioni di installazione locali	Interruzione automatica dell'alimentazione/ Separazione elettrica/Isolamento doppio o rinforzato	Interruzione automatica dell'alimentazione
Condizioni di installazione				
Tipo di ambiente	3.5, 8.1.4, 8.2	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Interno/ Esterno	Interno
Protezione contro l'ingresso di corpi solidi e l'ingresso di acqua	8.2.2	Interno (chiuso): IP2X Esterno (min.): IP23	Nessuna	IP30
Protezione dopo la rimozione della parte estraibile	8.2.3 8.2.101	Standard del costruttore	Dopo la rimozione delle parti removibili o estraibili: Come per la posizione di inserito/Protezione ridotta allo standard del costruttore	Nessuna prescrizione particolare
Impatto meccanico esterno (IK) NOTA La CEI EN 61439-1 non richiama specifici gradi IK.	8.2.1, 10.2.6	Nessuna	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Resistenza alle radiazioni UV (si applica solo a quadri per esterno, se non diversamente specificato)	10.2.4	Interno: non applicabile Esterno: Clima temperato	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Resistenza alla corrosione	10.2.	Normali disposizioni Interno/Esterno	Nessuna	Installazione per Interno
Temperatura dell'aria ambiente — limite inferiore	7.1.1	Interno: –5 °C Esterno: –25 °C	Nessuna	–5 °C
Temperatura dell'aria ambiente — limite superiore	7.1.1	40 °C	Nessuna	40 °C
Temperatura dell'aria ambiente — massimo valore medio nelle 24h	7.1.1, 9.2	35 °C	Nessuna	35 °C
Massima umidità relativa	7.1.1	Interno: 95 % da −5 °C a +30 °C 70 % a +35 °C 57 % a +40 °C Esterno: 100 % da −25 °C a +27 °C 60 % a +35 °C 46 % a +40 °C	Nessuna	Come da norma

Inchiesta pubblica

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Grado di inquinamento (dell'ambiente di installazione)	7.1.2	Industriale: 3	1, 2, 3, 4	3
Altitudine	7.1.1	< 2 000 m	Nessuna	< 2 000 m
Ambiente EMC (A o B)	9.4, 10.12, Allegato J	A/B	A/B	A
Condizioni speciali di servizio (ad es. vibrazioni, condensa eccessiva, inquinamento gravoso, ambiente corrosivo, campi elettrici o magnetici intensi, funghi, piccoli animali, pericoli d'esplosione, vibrazioni e urti elevati, terremoti)	7.2, 8.5.4, 9.3.3, Tabella 7	Nessuna condizione speciale di servizio	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Metodi di installazione				
Tipo	3.3, 5.6	Standard del costruttore	Varie, es. montato a pavimento/ montato a parete	quadro installato a pavimento montato a parete
Fisso/ Trasportabile	3.5	Fisso	Fisso/ trasportabile	Fisso
Dimensioni massime esterne e peso	5.6, 6.2.1	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Nessuna	– dimensioni massime come da fronte quadro Allegato; – peso indicato dal costruttore
Tipo(i) di conduttore esterno	8.8	Standard del costruttore	Cavo/ Sbarra/ Sistema sbarre	come da schemi allegati
Direzione(i) dei conduttori esterni	8.8	Standard del costruttore	Nessuna	accesso da sezione risalita cavi
Materiale dei conduttori esterni	8.8	Rame	Rame/ alluminio	Rame
Conduttori di fase esterni, sezioni e terminazioni	8.8	Come definito dalla Norma	Nessuna	come da schemi allegati, se non specificato come da Norma
Sezioni dei conduttori esterni PE, N, PEN e terminazioni	8.8	Come definito dalla Norma	Nessuna	come da schemi allegati, se non specificato come da Norma
Prescrizioni speciali per l'identificazione dei terminali	8.8	Standard del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Immagazzinamento e movimentazione				
Dimensioni massime e peso delle unità trasportabili	6.2.2, 10.2.5	Standard del costruttore	Nessuna	– dimensioni massime come da fronte quadro allegato – peso indicato costruttore
Metodi di trasporto (ad es. con carrello elevatore, gru)	6.2.2, 8.1.6	Standard del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare

Inchiesta pubblica

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Condizioni ambientali diverse dalle condizioni di servizio	7.3	Da –25 °C a + 55 °C e, per periodi non superiori alle 24 h, sino a +70 °C.	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Dettagli sull'imballaggio	6.2.2	Standard del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Disposizioni di funzionamento				
Accesso a dispositivi manovrati manualmente	8.4		Personale autorizzato	Personale autorizzato
Posizione dei dispositivi manovrati manualmente	8.5.5	Facilmente accessibile	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Sezionamento degli elementi delle apparecchiature installate per la manovra del carico	8.4.2, 8.4.3.3, 8.4.6.2	Standard del costruttore	Singoli/gruppi/ tutti	Come da schema
Manutenzione e miglioramento				
Prescrizioni relative all'accessibilità in servizio da parte del personale autorizzato; prescrizioni per il funzionamento dei dispositivi o sostituzione di componenti, mentre il quadro è alimentato	8.4.6.2	Protezione principale	Nessuna	– Regolazione e ripristino di relè, sganciatori e dispositivi elettronici. – Sostituzione fusibile in porta-fusibile.
Prescrizioni relative all'accessibilità per l'ispezione e per operazioni simili	8.4.6.2.2	Raccomandazioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Prescrizioni relative all'accessibilità per la manutenzione in esercizio da parte di persone autorizzate	8.4.6.2.3	Raccomandazioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Prescrizioni relative all'accessibilità per l'estensione in esercizio da parte di persone autorizzate	8.4.6.2.4	Raccomandazioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Protezione contro i contatti diretti con parti attive interne pericolose durante la manutenzione o l'aggiornamento (ad es. le unità funzionali, le sbarre principali, le sbarre di distribuzione)	8.4	Raccomandazioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Passaggi di servizio	8.4.6.2.101	Protezione principale	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare

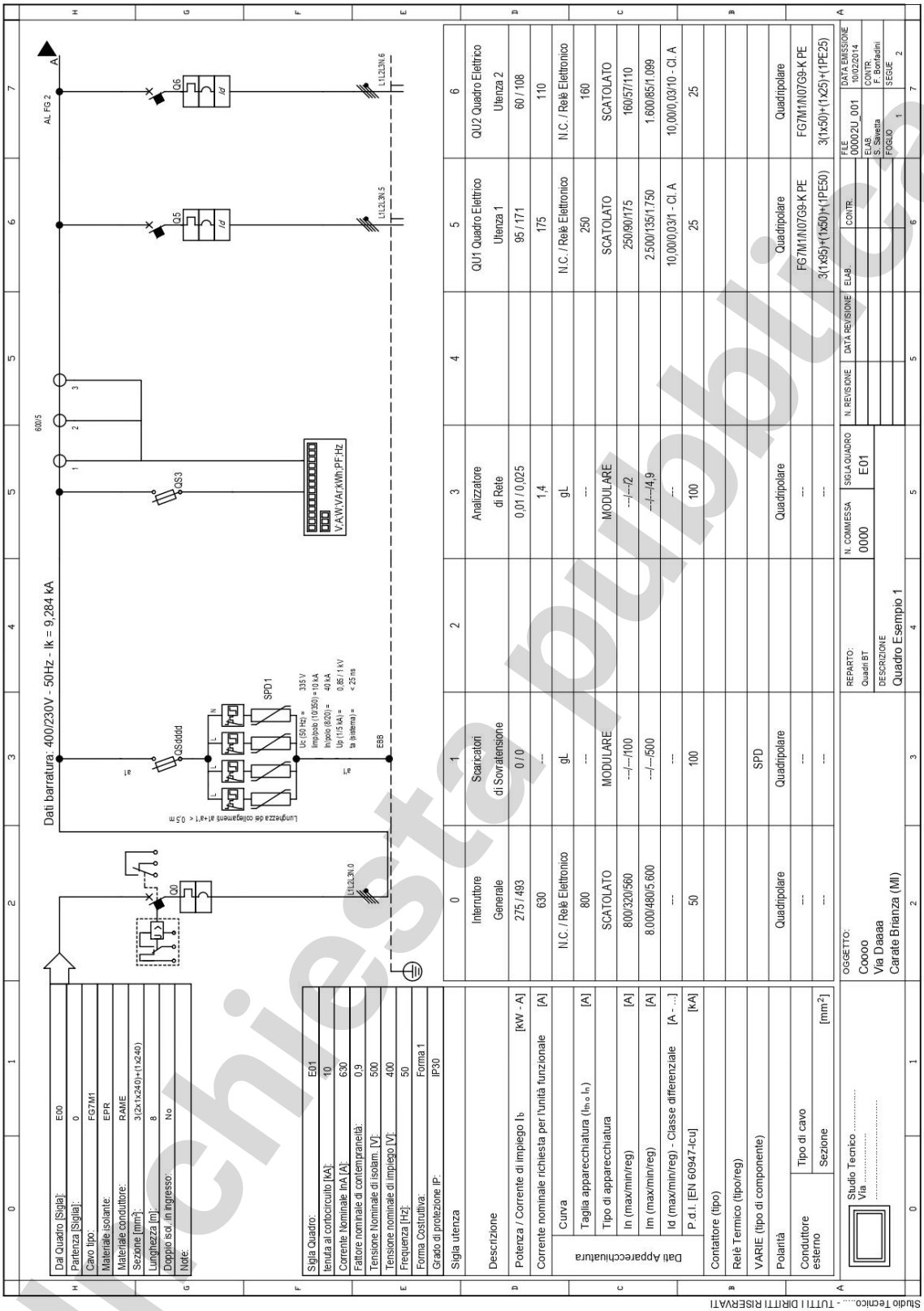
3341

Inchiesta pubblica

Caratteristiche	**Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma**	**Disposizioni di base**	**Opzioni riportate nella Norma**	**Prescrizioni dell'utilizzatore**
Metodo di collegamento delle unità funzionali NOTA: Questo metodo di verifica si riferisce alla capacità di estrazione e inserimento delle unità funzionali	8.5.1, 8.5.2, 8.5.101		F collegamenti fissi D collegamenti scollegabili W collegamenti estraibili	F
Forma di segregazione	8.101	Nessuna prescrizione	Forma 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b	1
Separazione di grado IP (protezione contro il contatto con parti a tensione pericolose e l'ingresso di corpi estranei solidi)		IPXXB	IP2X o come concordato tra l'utilizzatore ed il costruttore	Nessuna prescrizione particolare
Capacità di provare il funzionamento individuale dei circuiti ausiliari in relazione a circuiti specificati mentre l'unità funzionale è sezionata	3.1.102, 3.2.102, 3.2.103, 8.5.101, Tabella103		Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Capacità di portare corrente				
Massima corrente totale di carico, che deve essere fornita dal quadro (dalla quale verrà determinata la corrente nominale del quadro I_{nA} (A))	3.8.10.1, 5.3, 8.5.3, 8.8, 10.10.2, 10.10.3, 10.11.5, Allegato E	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Nessuna	630 A
Corrente di progetto I_B e natura del carico per ciascun circuito, in alternativa I_n dei dispositivi e natura del carico (in questi casi si possono utilizzare i fattori di carico indicati nella Tabella 101).	3.8.10.8	Come indicato nella Tabella 101	Nessuna	Come da schemi allegati
Rapporto tra la sezione del conduttore di neutro e quella dei conduttori di fase fino a 16 mm^2 compreso	8.6.1	100 %	Nessuna	100 %
Rapporto tra la sezione del conduttore di neutro e quella dei conduttori di fase, maggiore di 16 mm^2	8.6.1	50 % (min. 16 mm^2)	Nessuna	come da schemi allegati,

Inchiesta pubblica

C.2 Schema unifilare del quadro con tabella materiali (indicati dal committente)



	0	1	2	3	4	5	6
Sigla Quadro:	E00						
Partenza [Sigla]:	0						
Cavo tipo:	FG7M1						
Materiale isolante:	EPR						
Materiale conduttore:	RAME						
Sezione [mm²]:	3(2x1x240)+(1x240)						
Lunghezza [m]:	8						
Doppio sol. in ingresso:	No						
Note:							
Sigla Quadro:		E01					
tenuta al cortocircuito [kA]:		10					
Corrente Nominale InA [A]:		630					
Fattore nominale di contemporaneità:		0,9					
Tensione Nominale di isolam. [V]:		500					
Tensione nominale di impiego [V]:		400					
Frequenza [Hz]:		50					
Forma Costruttiva:		Forma 1					
Grado di protezione IP:		IP30					
Sigla utenza	Interruttore Generale	Scaricatori di Sovratensione	Analizzatore di Rete	QU1 Quadro Elettrico Utenza 1	QU2 Quadro Elettrico Utenza 2		
Descrizione							
Potenza / Corrente di impiego Ib [kW - A]	275 / 493	0 / 0	0,01 / 0,025	95 / 171	60 / 108		
Corrente nominale richiesta per l'unità funzionale [A]	630	---	1,4	175	110		
Dati Apparecchiatura: Curva	N.C. / Relè Elettronico	gL	gL	N.C. / Relè Elettronico	N.C. / Relè Elettronico		
Dati Apparecchiatura: Taglia apparecchiatura (In o Ih) [A]	800	---	---	250	160		
Dati Apparecchiatura: Tipo di apparecchiatura	SCATOLATO	MODULARE	MODULARE	SCATOLATO	SCATOLATO		
Dati Apparecchiatura: In (max/min/reg) [A]	800/320/560	--/--/100	--/--/2	250/90/175	160/57/110		
Dati Apparecchiatura: Im (max/min/reg) [A]	8.000/480/5.600	--/--/500	--/--/4,9	2.500/135/1.750	1.600/85/1.099		
Dati Apparecchiatura: Id (max/min/reg) - Classe differenziale [A - ...]	---	---	---	10,00/0,03/1 - Cl. A	10,00/0,03/10 - Cl. A		
Dati Apparecchiatura: P.d.I. [EN 60947-2cu] [kA]	50	100	100	25	25		
Contattore (tipo)							
Relè Termico (tipo/reg)							
VARIE (tipo di componente)							
Polarità	Quadripolare	Quadripolare	SPD	Quadripolare	Quadripolare		
Conduttore esterno: Tipo di cavo	Quadripolare	Quadripolare	Quadripolare	Quadripolare	Quadripolare		
Conduttore esterno: Sezione [mm²]	---	---	---	FG7M1/N07G9-K PE	FG7M1/N07G9-K PE		
	---	---	---	3(1x95)+(1x50)+(1PE50)	3(1x50)+(1x25)+(1PE25)		

OGGETTO:
Cooop
Via Daaaa
Carate Brianza (MI)

Studio Tecnico .....
Via .....

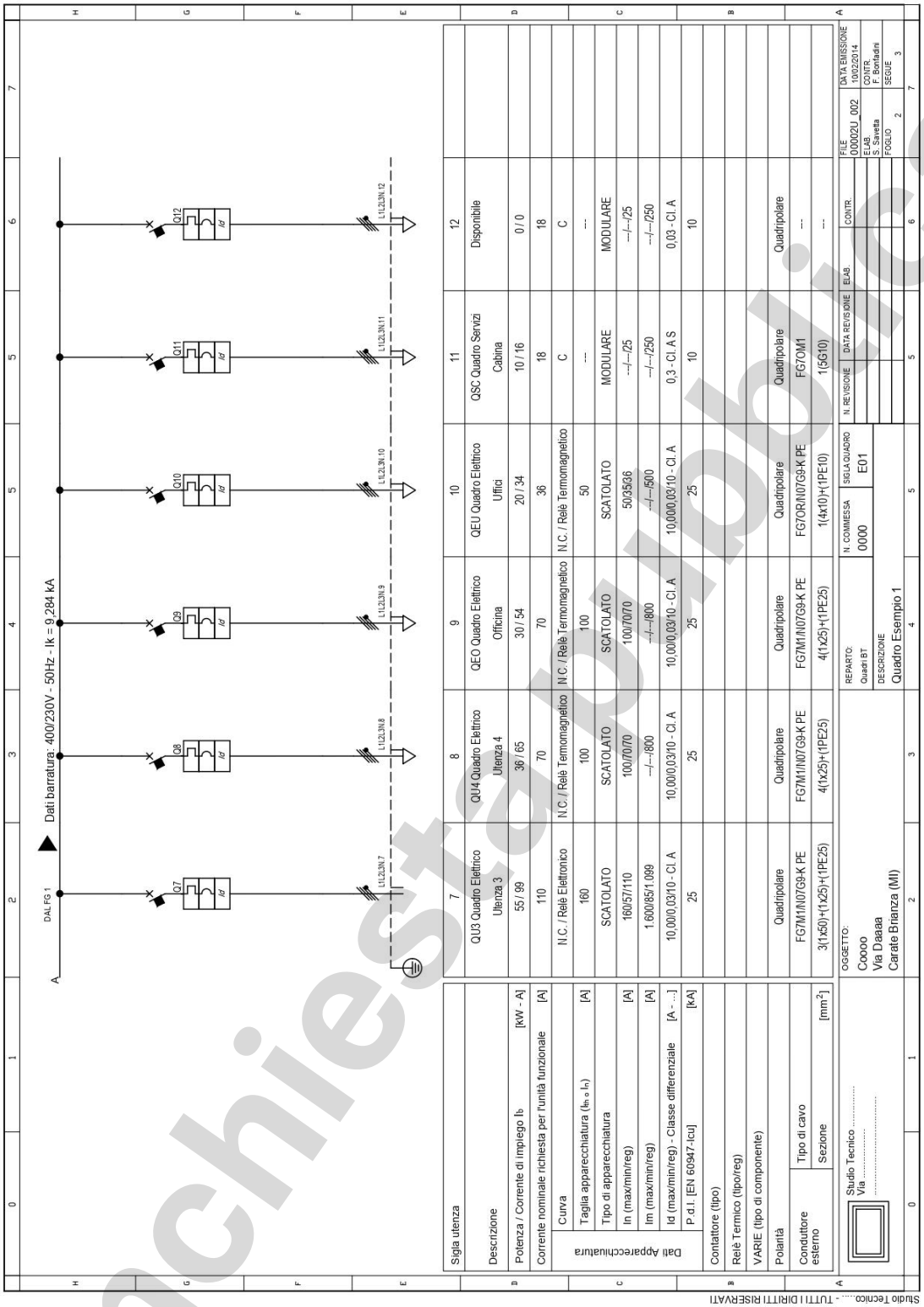
REPARTO: Quadri BT
DESCRIZIONE Quadro Esempio 1
N. COMMESSA 0000
SIGLA QUADRO E01

N. REVISIONE	DATA REVISIONE	ELAB.	CONTR.

FILE 0000/2U_001
DATA EMISSIONE 10/02/2014
ELAB. E. Sanetta
CONTR. E. Bonfadini
FOGLIO 1
SEGUE 2

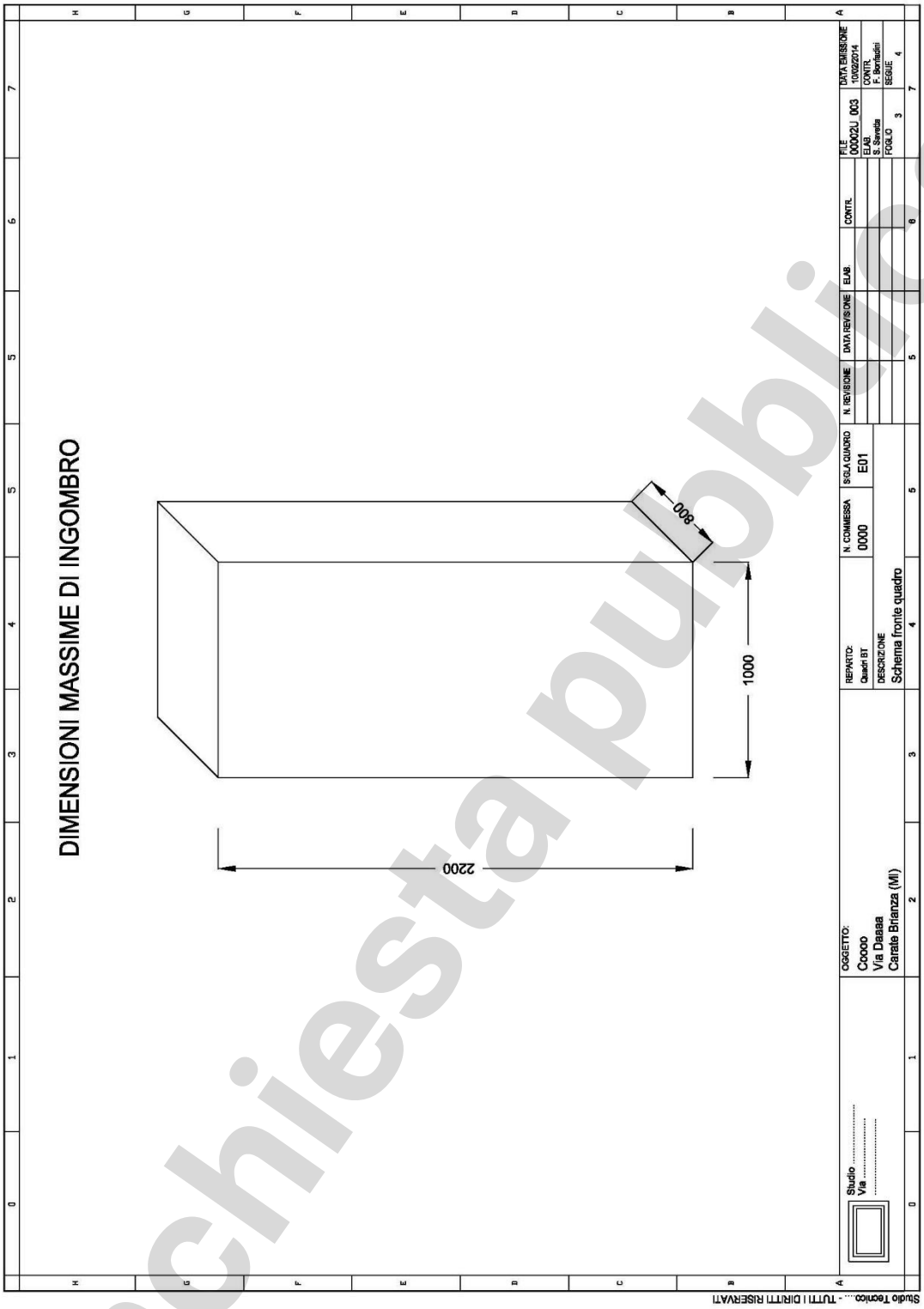
Inchiesta pubblica

Segue: **Schema unifilare del quadro con tabella materiali** (indicati dal committente)



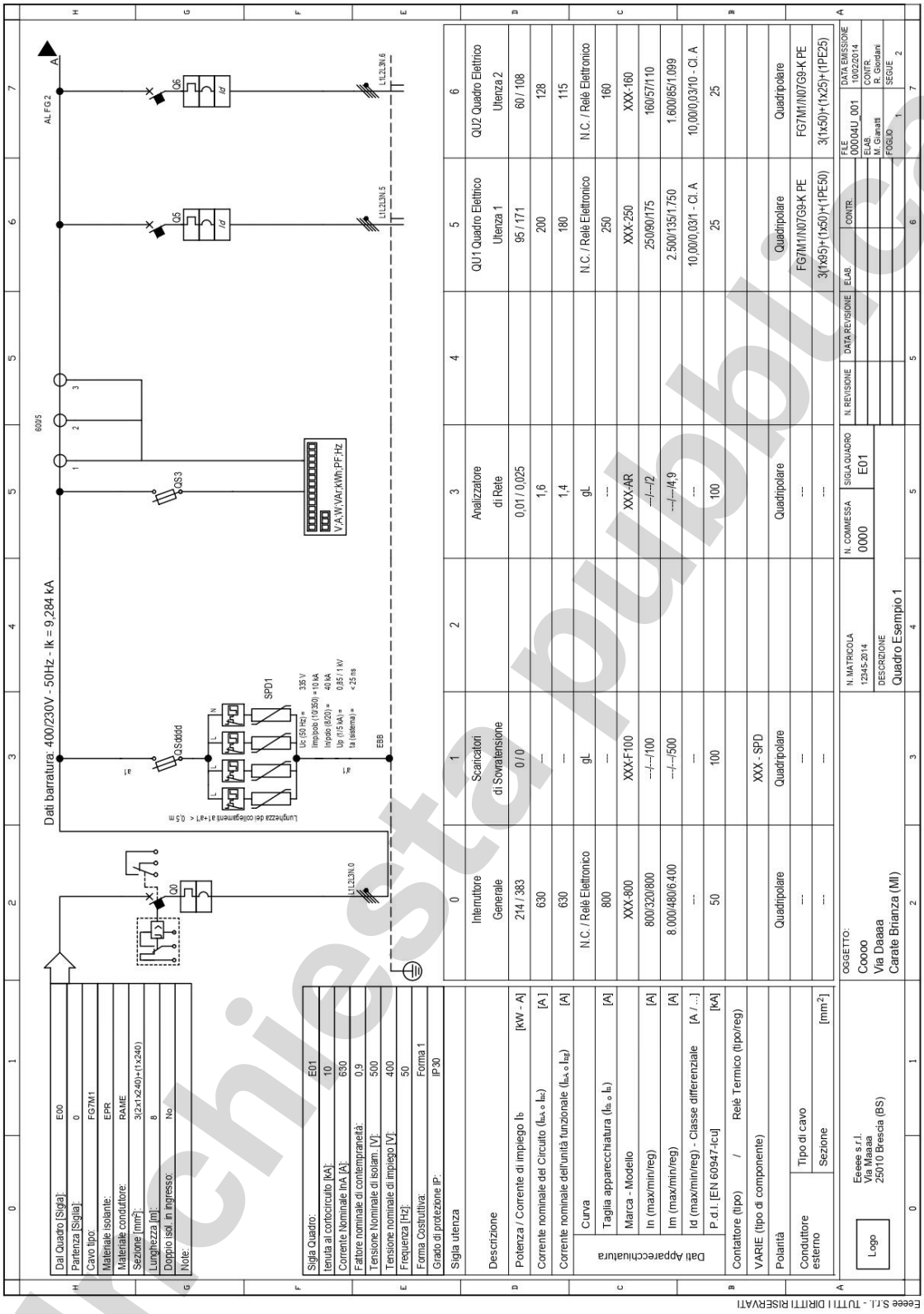
Inchiesta pubblica

C.3 Dimensioni massime d'ingombro (indicate dal committente)



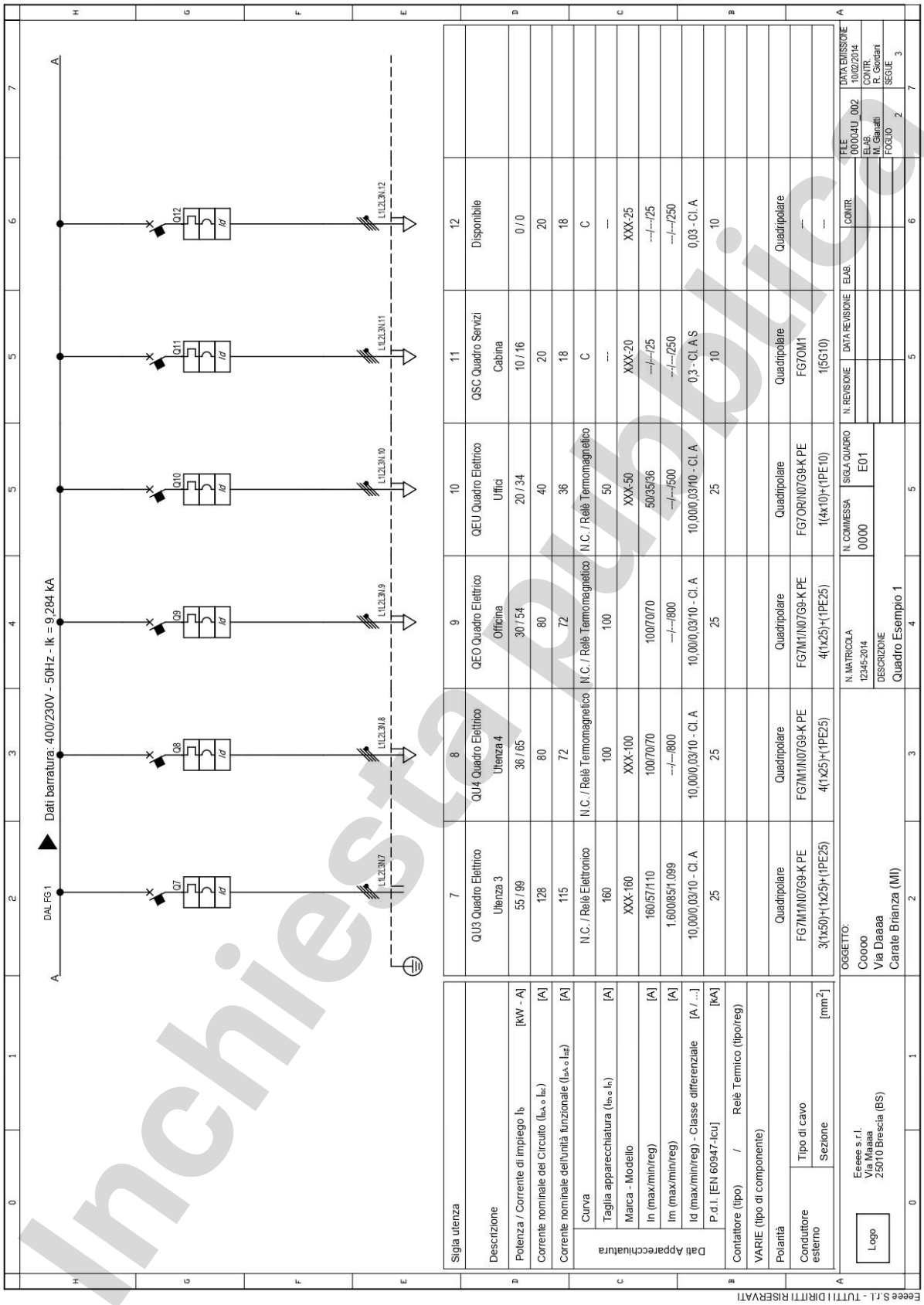
Inchiesta pubblica

C.4 Schema unifilare e tabella materiali (definite dal costruttore)



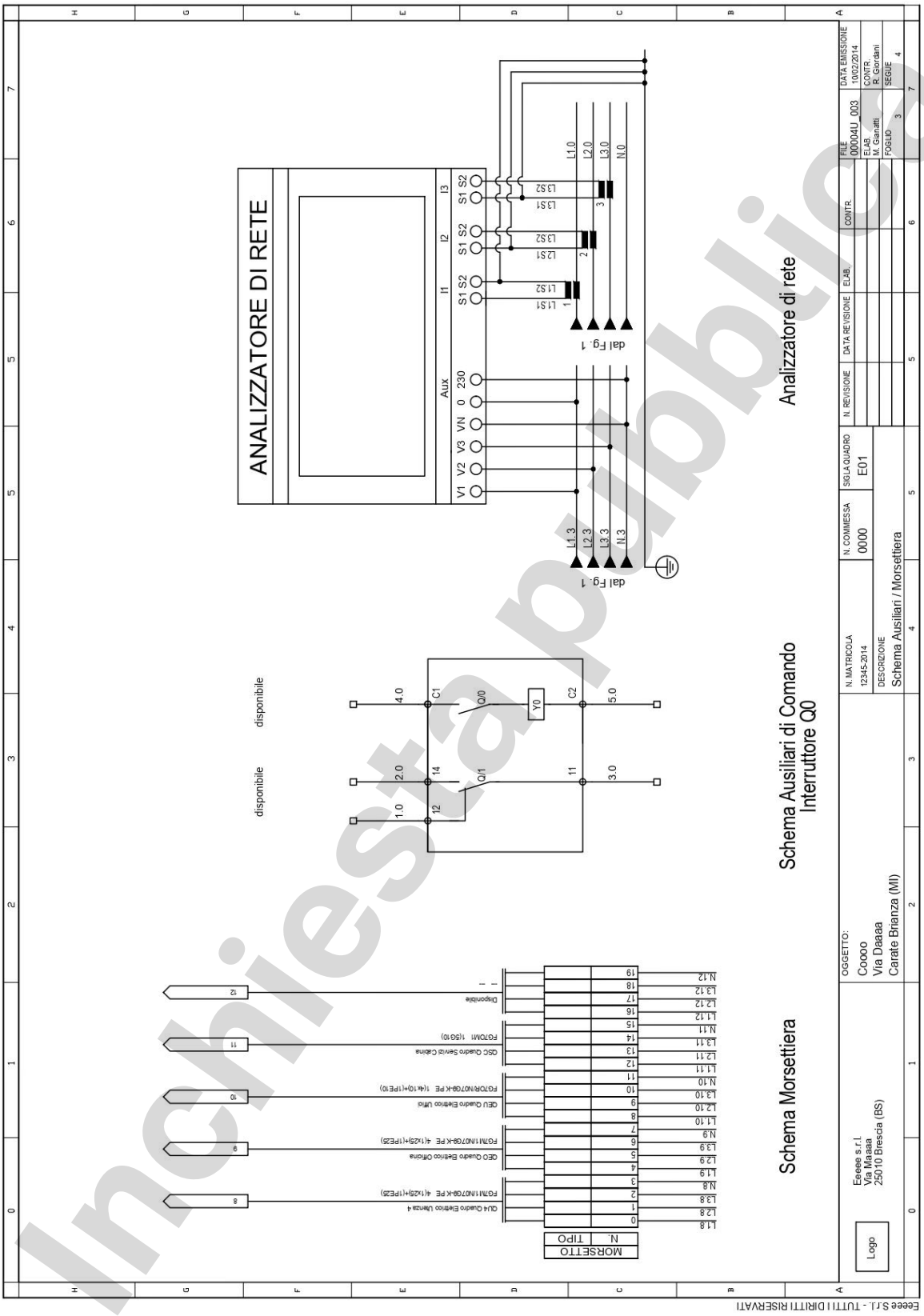
Inchiesta pubblica

Segue: **Schema unifilare e tabella materiali** (definite dal costruttore)



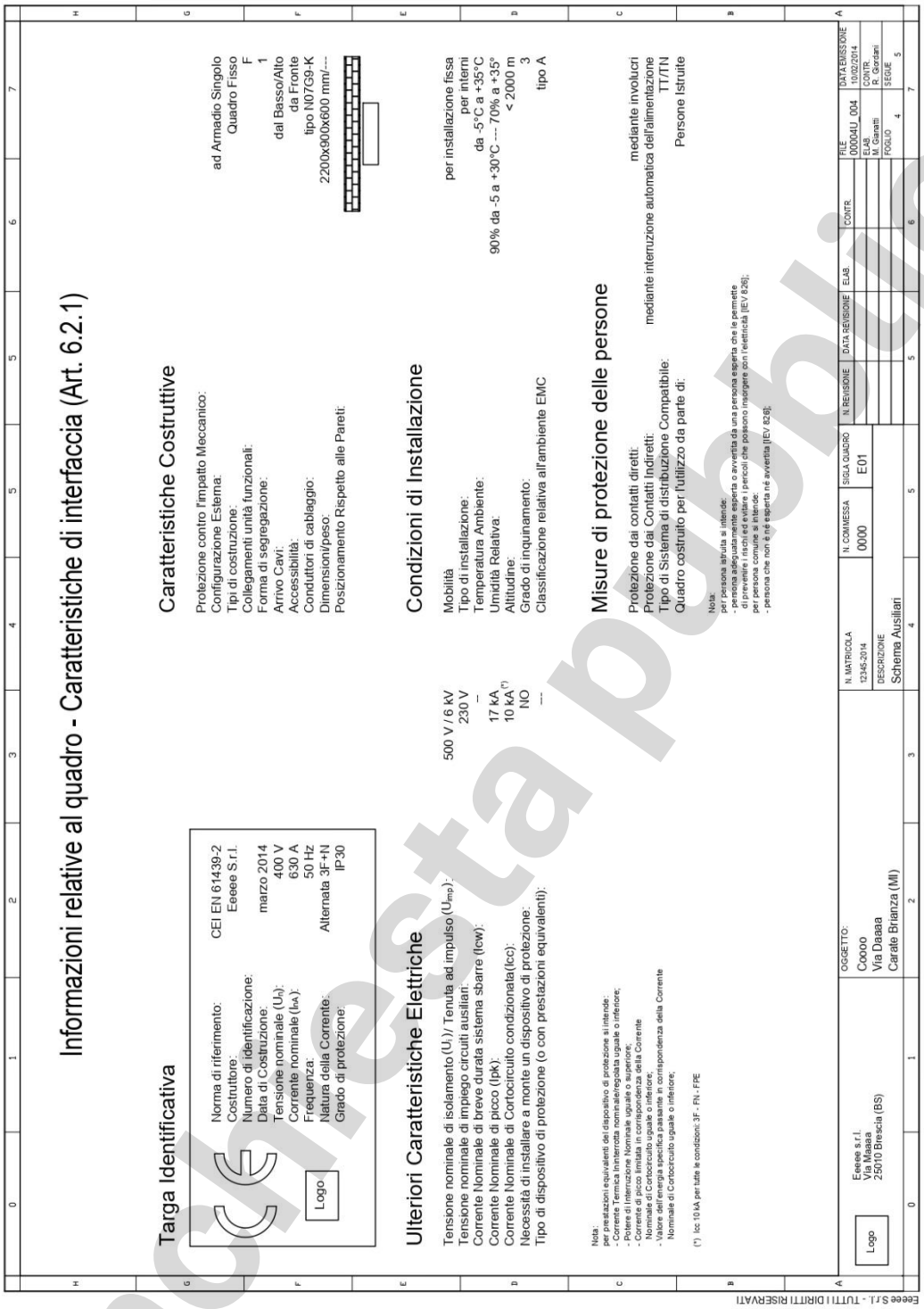
Inchiesta pubblica

C.5 Schema ausiliari di comando, morsettiera e analizzatore di rete (definiti dal costruttore)



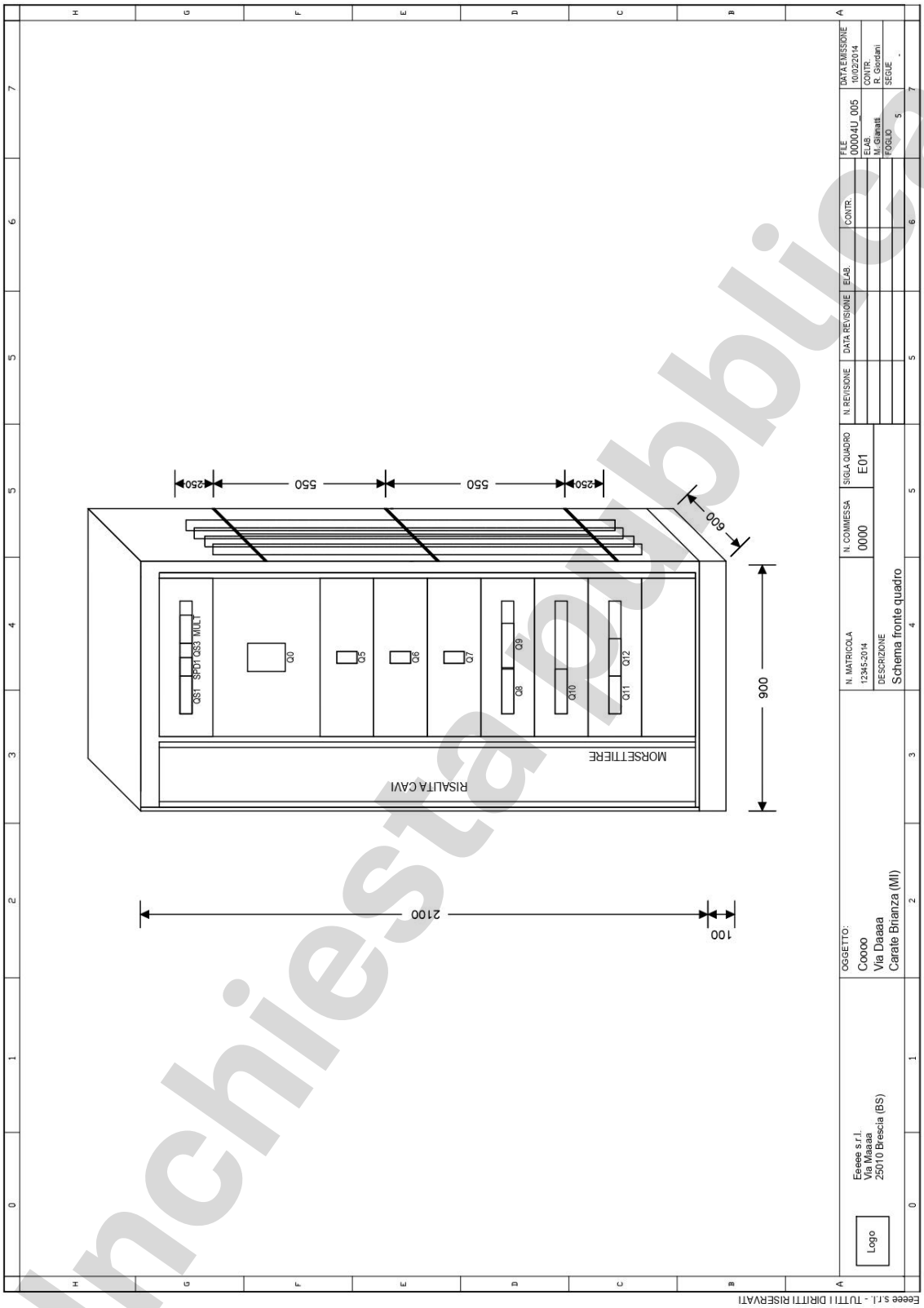
Inchiesta pubblica

C.6 Informazioni relative al quadro – Caratteristiche di interfaccia (definite dal costruttore)



Inchiesta pubblica

C.7 Fronte quadro e dimensioni di ingombro (definite dal costruttore)



Inchiesta pubblica

Si nota come nei disegni del costruttore siano stati completati i seguenti campi:

- corrente nominale del circuito I_{nA} o I_{nc};
- corrente nominale dell'unità funzionale I_{nA} o I_{ng};
- marca e modello delle apparecchiature;

Inoltre gli schemi sono stati integrati con i seguenti fogli:

- schemi circuiti ausiliari e morsettiere;
- informazioni relative al quadro, ovvero le caratteristiche di interfaccia (Art. 6.2.1 CEI EN IEC 61439-1);
- fronte quadro con dimensioni di ingombro, disposizione sistema sbarre e apparecchiature;

C.8 Verifica delle sovratemperature con il metodo di confronto delle potenze dissipate (vedi CEI EN IEC 61439-1, 10.10.4.2)

Questo metodo si applica ad un quadro con scomparto singolo con corrente nominale non superiore a 630 A e frequenze nominali fino a 60 Hz e si basa sull'ipotesi che la distribuzione della potenza dissipata sia uniforme all'interno dell'involucro.

La verifica della sovratemperatura può essere eseguita mediante calcolo se sono soddisfatte le condizioni di 10.10.4 2.1 della Norma CEI EN IEC 61439-1 e seguendo i seguenti passi.

a) Scelta della configurazione più gravosa per il riscaldamento.

b) Calcolo della potenza dissipata degli apparecchi installati (il costruttore dell'apparecchio riporta sul catalogo la potenza dissipata dell'apparecchio alla corrente nominale (I_n)).

c) Calcolo della potenza dissipata delle sbarre principali.

d) Calcolo della potenza dissipata delle sbarre/cavi di alimentazione dei circuiti.

e) Calcolo della potenza dissipata dei cavi in ingresso/uscita dei circuiti.

f) Calcolo della somma delle potenze dissipate da tutti i componenti (apparecchi ed eventuali apparecchiature come trasformatori, variatori, ecc.) e dai conduttori (cavi/sbarre).

g) Confronto tra potenza massima dissipata da tutti i componenti (calcolata) e potenza massima dissipabile dall'involucro del quadro. Deve valere l'equazione: $P_{d\,(inv)} \geq \Sigma\, P_{d\,(comp.)}$.

h) Verifica del funzionamento in temperatura degli apparecchi all'interno del quadro.

C.8.1 Scelta della configurazione più gravosa

Si determinano le sovratemperature caricando i circuiti di uscita con la loro corrente nominale I_{ng} fino a che la loro somma non superi la corrente nominale I_{nA}, fino a trovare la condizione più gravosa.

La somma delle correnti I_{ng} di tutti i circuiti di uscita è pari a 626 A (inferiore alla corrente nominale I_{nA}) e pertanto con questa configurazione si raggiunge la condizione più gravosa.

Inchiesta pubblica

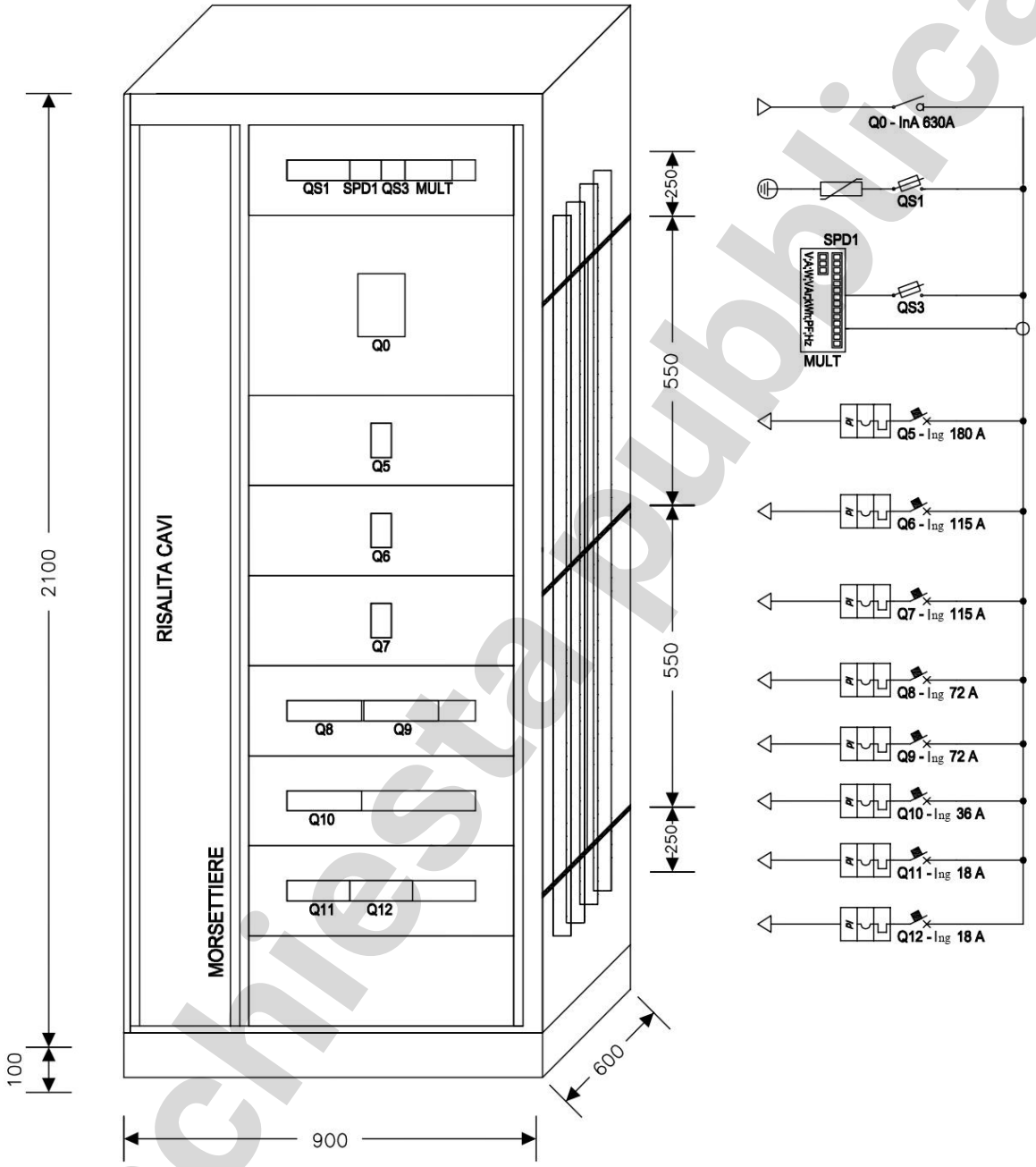


Figura C.1 – Schema del circuito e fronte quadro (Foglio Fronte con quote)

Inchiesta pubblica

C.8.2 Calcolo della potenza dissipata degli apparecchi installati

Nella Tabella C.2 che segue si riporta il calcolo della potenza totale dissipata dagli apparecchi installati nel quadro. Per determinare la potenza dissipata dai singoli apparecchi si utilizza la seguente formula:

$$P_c = P_p \times N_p \times (I_{nA}/ I_{th} \text{ o } I_{ng}/I_{th})^2$$

dove:

P_c è la potenza complessiva dissipata dal componente;

P_p è la potenza per polo dissipata dal componente;

N_p è il numero di poli percorsi da corrente;

I_{ng} è la corrente nominale di gruppo del circuito;

I_{th} è la corrente termica convenzionale dell'apparecchio in aria libera.

Tabella C.2 – Calcolo della potenza totale dissipata dagli apparecchi

Sigla	Descrizione	Corrente termica convenzio-nale (I_{th})	Corrente nominale del circuito (I_{nA} o I_{ng})	Potenza dissipata per polo P_n (W/p)(**)	N° di poli percorsi da corrente N_p	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente (W)
Q0	Interruttore 4x800 A	800 A	630	20	3	0,788		**37,20**
QS1	Porta fusibile 4x100 A	100 A	0	8,5	0	0		**0**
QS3	Porta fusibile 4x2 A	2 A	0	2,2	3	0.72		**0**
Q5	Interruttore 4x250 A	250 A	180	16	3	0,72		**24,88**
Q6	Interruttore 4x160 A	160 A	115	10	3	0,72		**15,50**
Q7	Interruttore 4x160 A	160 A	115	10	4 *	0,72		**20,66**
Q8	Interruttore 4x100 A	100 A	72	8	3	0,72		**12,44**
Q9	Interruttore 4x100 A	100 A	72	8	3	0,72		**12,44**
Q10	Interruttore 4x50 A	50 A	36	5	3	0,72		**7,78**
Q11	Interruttore 4x25 A	25 A	18	3	3	0,72		**4,67**
Q12	Interruttore 4x25 A	25 A	18	3	3	0,72		**4,67**
Totale potenza dissipata dai componenti				**140,25 W**				

(*) Interruttore percorso da corrente anche sul neutro e nel calcolo si considerano 4 poli (conduttore di neutro di sezione pari al conduttore di fase).

(**) É la potenza dissipata per polo dell'interruttore alla sua corrente nominale I_n (dal catalogo del costruttore dell'interruttore).

Inchiesta pubblica

C.8.3 Calcolo della potenza dissipata delle sbarre principali

Per la scelta delle sbarre si utilizza la Tabella K1 e la Tabella K2 dell'Allegato K della Norma CEI EN IEC 61439-1. Si considera una temperatura interna al quadro pari a 55 °C e una temperatura del conduttore pari a 90 °C, la portata dei conduttori dovrà essere almeno pari al 125 % della corrente nominale (I_{nA} I_{ng}).

Tabella K 1 Corrente d'impiego e potenza dissipata di sbarre nude in rame temperatura ambiente Interna al QUADRO: 55 °C, temperatura del conduttore di 70 °C)

Altezza per spessore delle sbarre	Sezione della sbarra	Una sbarra per fase			Due sbarre per fase (spaziatura = spessore delle sbarre)		
		k_3	Corrente di impiego	Potenza dissipata per conduttore di fase P_V	k_3	Corrente d'impiego	Potenza dissipata per conduttore di fase P_V
mm × mm	mm^2		A	W/m		A	W/m
12 × 2	23,5	1,00	70	4,5	1,01	118	6,4
15 × 2	29,5	1,00	83	5,0	1,01	138	7,0
15 × 3	44,5	1,01	105	5,4	1,02	183	8,3
20 × 2	39,5	1,01	105	6,1	1,01	172	8,1
20 × 3	59,5	1,01	133	6,4	1,02	226	9,4
20 × 5	99,1	1,02	178	7,0	1,04	325	11,9
20 × 10	199	1,03	278	8,5	1,07	536	16,6
25 × 5	124	1,02	213	8,0	1,05	381	13,2
30 × 5	149	1,03	246	9,0	1,06	437	14,5
30 × 10	299	1,05	372	10,4	1,11	689	18,9
40 × 5	199	1,03	313	10,9	1,07	543	17,0
40 × 10	399	1,07	465	12,4	1,15	839	21,7
50 × 5	249	1,04	379	12,9	1,09	646	19,6
50 × 10	499	1,08	554	14,2	1,18	982	24,4
60 × 5	299	1,05	447	15,0	1,10	748	22,0
60 × 10	599	1,10	640	16,1	1,21	1 118	27,1
80 × 5	399	1,07	575	19,0	1,13	943	27,0
80 × 10	799	1,13	806	19,7	1,27	1 372	32,0
100 × 5	499	1,10	702	23,3	1,17	1 125	31,8
100 × 10	999	1,17	969	23,5	1,33	1 612	37,1
120 × 10	1 200	1,21	1 131	27,6	1,41	1 859	43,5

Inchiesta pubblica

Tabella K.2 Fattore k4 per differenti temperature dell'aria interna al QUADRO e/o per conduttori

Temperatura dell'aria interna all'involucro intorno ai conduttori °C	Fattore k_4	
	Temperatura del conduttore di 70 °C	Temperatura del conduttore di 90 °C
20	2,08	2,49
25	1,94	2,37
30	1,82	2,26
35	1,69	2,14
40	1,54	2,03
45	1,35	1,91
50	1,18	1,77
55	1,00	1,62
60	0,77	1,48

Inchiesta pubblica

Si è selezionato un sistema sbarre in rame da (80×5) mm (399 mm^2), come da Tabella K1 di CEI EN IEC 61439-1) di lunghezza complessiva pari a 1,6 m. La portata risulta essere uguale a 931 A.

Si considera un primo tratto di 0,6 m percorso da una corrente I_{nA} pari a 630 A ed un secondo tratto di 0,6 m percorso da una corrente di 315 A.

Per il calcolo della potenza dissipata si utilizza la seguente formula:

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right]$$

dove:

P_v è la potenza dissipata per metro;

I è la corrente di servizio, I_{ng} in Ampere;

k_3 è il fattore di distribuzione della corrente (TabellaK.1 della Norma CEI EN 61439-1);

K è la conduttività del rame K= 56 mΩxmm^2;

A è la sezione della sbarra (TabellaK.1 della Norma CEI EN 61439-1);

α è il coefficiente di variazione della resistenza con la temperatura, α = 0,004 K^{-1};

T_c è la temperatura del conduttore, T_c = 90°C.

Calcolo della potenza dissipata sul primo tratto (0,6 m) con I_n pari a 630 A:

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 24{,}33\ \text{W/m}$$

La potenza dissipata del primo tratto è pari a (0,6x3x24,33) = 43,79 W.

Calcolo della potenza dissipata sul secondo tratto (0,6 m) con I_n pari a 315 A:

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 6{,}08\ \text{W/m}$$

La potenza dissipata del 2° tratto è pari a (0,6x3x6,08) = 10,94 W.

La potenza complessiva dissipata dal sistema sbarre principale è pari a:

(43,79 + 10,94) = **54,73 W**

C.8.4 Calcolo della potenza dissipata delle sbarre/cavi di alimentazione dei circuiti

Per **interruttori da 800 A,** si utilizza un sistema di 2 sbarre da (50×5) mm (498 mm^2) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 1 046 A, per temperatura interna al quadro pari a 55 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{nA} (630 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 19{,}86\ \text{W/m}$$

Inchiesta pubblica

Per **interruttori da 250 A,** si utilizza un sistema sbarre da (20×5) mm (99,1 mm²) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 288 A, per temperatura interna al quadro pari a 55 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} (180 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 7{,}62\ \text{W/m}$$

Per **interruttori da 160 A,** si utilizza un sistema sbarre da (20×3) mm (59,5 mm²) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 215 A, per temperatura interna al quadro pari a 55 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

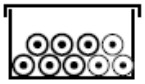
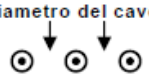
Si considera la corrente I_{ng} (115 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 5{,}13\ \text{W/m}$$

Per la scelta dei conduttori di cablaggio si utilizza la Tabella H1 dell'Allegato H della Norma CEI EN IEC 61439-1, la portata dei conduttori dovrà essere almeno pari al 125 % della corrente nominale (I_{nA} I_{ng}).

Inchiesta pubblica

Tabella H1 Corrente d'impiego e potenze dissipate di cavi unipolari in rame temperatura Interna al Quadro di 55°C e temperatura di esercizio del conduttore di 70 °C)

Disposizione del conduttore		 Cavi unipolari in un canale a parete posati orizzontalmente. 6 cavi (2 circuiti trifase) caricati in modo continuativo		Cavi unipolari, posti in aria libera o su una passerella perforata. 6 cavi (2 circuiti trifase) caricati in modo continuativo		Spaziatura di almeno un diametro del cavo  Cavi unipolari, spaziati orizzontalmente in aria libera	
Sezione del conduttore	Resistenza del conduttore a 20°C, R_{20} a)	Massima corrente di funzionamento I_{max} b)	Potenza dissipata per conduttore P_v	Massima corrente di funzionamento I_{max} c)	Potenza dissipata per conduttore P_v	Massima corrente di funzionamento I_{max} d)	Potenza dissipata per conduttore P_v
mm²	mΩ/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m
1,5	12,1			9	1,3	15	3,2
2,5	7,41	8	0,8	13	1,5	21	3,7
4	4,61	10	0,9	18	1,7	28	4,2
6	3,08	14	1,0	23	2,0	36	4,7
10	1,83	18	1,1	32	2,3	50	5,4
16	1,15	24	1,3	44	2,7	67	6,2
25	0,727	33	1,5	59	3,0	89	6,9
35	0,524	43	1,6	74	3,4	110	7,7
50	0,387	54	1,8	90	3,7	134	8,3
70	0,268	65	2,0	116	4,3	171	9,4
95	0,193	83	2,2	142	4,7	208	10,0
120	0,153	101	2,4	165	5,0	242	10,7
150	0,124	117	2,5	191	5,4	278	11,5
185	0,0991			220	5,7	318	12,0
240	0,0754			260	6,1	375	12,7

a Valori della IEC 60228:2004, Tab. 2 (conduttori cordati)

b Capacità di portare corrente I_{30} per un circuito trifase, dalla IEC 60364-5-52:2009. Tab. B.52.4 colonna 4. (Metodo di installazione: punto 6 della Tab. B 52.3). k_2 = 0,8 (punto 1 della Tab. B.52.17, due circuiti).

c Capacità di portare corrente I_{30} per un circuito trifase, dalla IEC 60364-5-52:2009, Tab. B.52.10 colonna 5 (Metodo di installazione: punto F della Tab. B.52.1). Valori per sezioni minori di 25 mm² calcolati secondo l'Allegato D della IEC 60364-5-52:2009. k_2 = 0,88 (punto 4 della Tab. B.52.17, due circuiti).

d Capacità di portare corrente I_{30} per un circuito trifase dalla IEC 60364-5-52:2009 Tab. B.52.10 colonna 7 (Metodo di installazione: punto G della Tab. B.52.1). Valori per sezioni minori di 25 mm² calcolati secondo l'Allegato D della IEC 60364-5-52:2009. (k_2=1).

Per **interruttori da 100 A,** si utilizzano dei cavi unipolari spaziati da 35 mm² con una portata pari a 110 A, per temperatura interna al quadro pari a 55 °C e temperatura massima ammissibile del conduttore pari a 70 °C, da tabella la potenza dissipata è pari a 7,7 W/m.

Si considera la corrente I_{ng} (72 A). Il coefficiente di utilizzazione del conduttore è pari a 0,65, la potenza dissipata è: 7,7×0,65² = 3,25 W/m.

Inchiesta pubblica

Per **interruttori da 50 A**, si utilizzano dei cavi unipolari in aria libera o canalina perforata da 25 mm² con una portata pari a 59 A, per temperatura interna al quadro pari a 55 °C e temperatura massima ammissibile del conduttore pari a 70 °C, da tabella la potenza dissipata è pari a 3 W/m.

Si considera la corrente Ing (36 A). Il coefficiente di utilizzazione del conduttore è pari a 0,61, la potenza dissipata è: 3x0,61² = 1,12 W/m.

Per **interruttori da 25 A**, si utilizzano dei cavi unipolari in aria libera o canalina perforata da 6 mm² con una portata pari a 23 A, per temperatura interna al quadro pari a 55 °C e temperatura massima ammissibile del conduttore pari a 70 °C, da tabella la potenza dissipata è pari a 2 W/m.

Si considera la corrente I_{ng} (18 A). Il coefficiente di utilizzazione del conduttore è pari a 0,78, la potenza dissipata è: 2×0,78² = 1,22 W/m.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione dell'interruttore Q0: P_v = 0,5×3×19,86=29,79 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione della porta fusibile QS3 (considerata ininfluente).

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione dell'interruttore Q5: P_v = 0,5×3×7,62=11.43 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione dell'interruttore Q6: P_v = 0,5×3×5,13= 7,69 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione dell'interruttore Q7: P_v = 0,5×4×5,13=10,26 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione dell'interruttore Q8: P_v = 0,5×3×3,25= 4,87 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione dell'interruttore Q9: P_v = 0,5×3×3,25= 4,87 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione dell'interruttore Q10: P_v = 0,5×3×1,12= 1,68 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione dell'interruttore Q11: P_v = 0,5×3×1,22= 1,83 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione dell'interruttore Q12: P_v = 0,5×3×1,22= 1,83 W.

La potenza complessiva delle sbarre/cavi di alimentazione dei componenti è pari a 74,25 W.

C.8.5 Calcolo della potenza dissipata dei cavi in ingresso/uscita dei circuiti.

Per il calcolo della potenza dissipata dei conduttori in uscita dai componenti, con buona approssimazione la si può considerare pari al doppio della potenza complessiva di sbarre e cavi di alimentazione e pertanto:

la potenza complessiva dai cavi di uscita dai circuiti derivati risulta pari a 148,5 W.

C.8.6 Potenza totale dissipata dai componenti e dai conduttori

La potenza totale dissipata per la configurazione 1 risulta essere pari alla somma della potenza totale dissipata dai componenti più la somma totale delle sbarre e dei cavi in ingresso/uscita:

$$P_n = (140{,}25 + 54{,}73 + 74{,}25 + 148{,}50) = 417{,}73 \text{ W}$$

C.8.7 Confronto tra potenza massima dissipata da tutti i componenti (calcolata) e potenza massima dissipabile dall'involucro del quadro

Da catalogo del costruttore dell'involucro, si rileva che con un involucro (addossato a parete) di dimensioni pari a (900 × 600 × 2100 mm) con grado di protezione IP30 e per una sovratemperatura Δθ di 20 K(1) la potenza dissipabile è pari a 420 W.

(1) 20 K è la differenza di temperatura tra la temperatura interna prevista nel calcolo (55°C) e la temperatura esterna (35°C) prevista dalla Norma.

Inchiesta pubblica

È pertanto soddisfatta l'equazione:

$$P_{d\ (inv)} \geq \Sigma\ P_{d\ (comp.)}$$

ovvero

$$420 \geq 417{,}73$$

dove:

$P_{d\ (inv)}$ è la capacità di dissipazione della potenza dell'involucro nelle condizioni di esercizio;

$P_{d\ (comp)}$ è la potenza dissipata dai componenti e conduttori del quadro = P_n.

C.8.8 Verifica del funzionamento in temperatura degli interruttori all'interno del quadro

Da catalogo del costruttore degli apparecchi, si rileva la massima corrente degli apparecchi alle varie temperature (declassamento degli apparecchi in quadro).

Tabella C.3 – Declassamento degli apparecchi in quadro

Sigla circuito	I_{nA} o I_{ng} (A)	Apparecchio Tipo-numero poli-I_n	I_{th} a 40 °C (A)	I_{max} a 50 °C (A)	I_{max} a 60 °C (A)(**)	I_{max} a 65 °C (A)
Q0	**630**	Interruttore 4x800 A	800	680	**640**	610
Q5	**180**	Interruttore 4x250 A	250	240	**227**	220
Q6 e Q7	**115**	Interruttore 4x160 A	160	150	**138**	130
Q8 e Q9	**72**	Interruttore 4x100 A	100	94	**88**	84
Q10	**36**	Interruttore 4x50 A	50	47	**44**	42
Q11 e Q12	**18**	Interruttore 4x25 A	25	25	**20**	18

(**) Le correnti in grassetto sono quelle da confrontare per determinare la temperatura massima degli apparecchi in quadro che nel nostro caso risulta conservativamente pari a 60°C, in assenza di dati del costruttore relativi alla temperatura di 55°C

La temperatura di riferimento degli apparecchi in quadro è la massima temperatura che soddisfa l'equazione: $I_{max} \geq I_{nA}$ o I_{ng}.

Nel nostro caso la verifica viene effettuata a 60°C, maggiore di 55°C prevista nei calcoli.

C.8.9 Conclusioni

Visti i risultati delle verifiche puntuali si può pertanto affermare che il quadro supera la verifica termica in ottemperanza a quanto richiesto dall'Art. 10.10.4.2.

Inchiesta pubblica

C.9 Verifiche di progetto

Tabella C.4 – Elenco delle verifiche di progetto effettuate (Vedi Tabella D.1 della CEI EN IEC 61439-1)

N°	Caratteristiche da verificare	Par. della Norma	Opzione scelta	Note
1	Resistenza alla corrosione	10.2.2	Verifica mediante prove	Involucro conforme alla CEI EN 62208 provato secondo 10.2.2.2 della CEI EN IEC 61439-1 (prova di severità A)
	Stabilità termica	10.2.3.1	–	Involucro metallico - non applicabile
	Resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco che si verifica per natura elettrica	10.2.3.2	Verifica mediante valutazione	Accessori e parti di quadro provati dal fornitore del materiale isolante e dallo stesso dichiarati conformi alle prescrizioni di cui in 8.1.3.2.3 della CEI EN IEC 61439-1
	Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV)	10.2.4	–	Quadro per Interno - non applicabile
	Sollevamento	10.2.5	Verifica mediante prove	Involucro conforme alla CEI EN 62208 e provato secondo 10.2.5 della CEI EN IEC 61439-1
	Impatto meccanico	10.2.6	–	Nessuna prescrizione richiesta da parte dell'utilizzatore
	Marcature	10.2.7	Verifica mediante prove	Si utilizzano etichette e sistemi di marcatura provati secondo 10.2.7 della CEI EN IEC 61439-1
	Funzionamento meccanico	10.2.8	Verifica mediante prove	Involucro conforme alla CEI EN 62208 e provato secondo 10.2.8 della CEI EN 61439-1 – si verifica inoltre, che non siano presenti dispositivi (già collaudati secondo la rispettiva norma di prodotto), il cui funzionamento meccanico sia stato modificato rispetto a quanto indicato dal costruttore del dispositivo.
2	Grado di protezione degli involucri	10.3	Verifica mediante valutazione	Involucro conforme alla CEI EN 62208. Si effettua una verifica per assicurarsi che nessuna modifica esterna effettuata comporti il deterioramento del grado di protezione
3	Distanze di isolamento in aria	10.4	Verifica mediante prove	Si verifica che le distanze di isolamento in aria tra parti attive (fase-fase, fase-neutro, fase-terra e neutro-terra) siano almeno pari a quelle specificate in Tabella 1 della CEI EN IEC 61439-1
4	Distanze di isolamento superficiali	10.4	Verifica mediante prove	Si verifica che le distanze di isolamento in aria tra parti attive (fase-fase, fase-neutro, fase-terra e neutro-terra) siano uguali o superiori a quelle specificate in Tabella 2 della CEI EN IEC 61439-1
5	Effettiva continuità della messa a terra tra le masse del quadro ed il circuito di protezione	10.5.2	Verifica mediante prove	Si verifica che le diverse masse del quadro siano effettivamente collegate al terminale per il conduttore di protezione esterno mediante la misura con uno strumento in grado di erogare una corrente di 10 A; la resistenza delle connessioni non deve superare 0,1 Ω
	Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione	10.5.3	–	Non applicabile – quadro con corrente nominale di cortocircuito inferiore a 10 kA par.10.11.2 a)
6	Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti	10.6	Verifica mediante valutazione	La rispondenza alle prescrizioni di progetto per l'installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti, e i requisiti per la compatibilità elettromagnetica devono essere confermate mediante ispezione

Inchiesta pubblica

N°	Caratteristiche da verificare	Par. della Norma	Opzione scelta	Note
7	Circuiti elettrici interni e collegamenti	10.7	Verifica mediante valutazione	La rispondenza alle prescrizioni di progetto dei circuiti elettrici interni e dei collegamenti deve essere confermata mediante ispezione
8	Terminali per conduttori esterni	10.8	Verifica mediante valutazione	La rispondenza alle prescrizioni di progetto dei terminali per conduttori esterni deve essere confermata mediante ispezione
9	Tensione di tenuta a frequenza di esercizio	10.9.2	Verifica mediante prove	Si applica la tensione di prova con valori come richiesto nelle Tabella 8 o 9 della CEI EN 61439-1 con modalità di prova specificate in 10.9.2.3 e verificata con i criteri di accettazione di cui in. 10.9.2.4 della stessa Norma
	Tensione di tenuta ad impulso	10.9.3	Verifica mediante valutazione	Si verifica che le distanze di isolamento in aria tra parti attive (fase-fase, fase-neutro, fase-terra e neutro-terra) siano almeno 1,5 volte superiori a quelle specificate in Tabella 1 della CEI EN 61439-1 (10.9.3.5)
	Involucri realizzati in materiale isolante	10.9.4	–	Involucro metallico - non applicabile
	Maniglie di manovra esterne in materiale isolante	10.9.5	–	Maniglie già provate dal costruttore degli apparecchi
	Conduttori rivestiti in materiale isolante per fornire protezione contro le scosse elettriche	10.9.6	--	Si sono utilizzati conduttori verificati in conformità alla propria Norma di prodotto
10	Limiti di sovratemperatura	10.10	Verifica mediante valutazione	Si verifica che la potenza dissipata all'interno del quadro non superi la capacità di dissipazione della potenza dell'involucro secondo 10.10.4.2 della CEI EN IEC 61439-1
11	Tenuta al cortocircuito	10.11	–	Non applicabile - quadro con corrente nominale di cortocircuito inferiore a 10 kA (vedi 10.11.2 a) della CEI EN IEC 61439-1)
12	Compatibilità Elettromagnetica	10.12	Verifica mediante valutazione	Quadro costruito in un unico esemplare con lugo di installazione definito: Si verifica che le unità funzionali all'interno dei quadri soddisfino i requisiti di cui in J.9.4.2 a) e b) della CEI EN IEC 61439-1

Inchiesta pubblica

C.10 Rapporto di prova (verifiche individuali)

Eeeee s.r.l. QUADRI ELETTRICI

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25 25010 Brescia

RAPPORTO DI PROVA INDIVIDUALE - N° 0000/1

Numero di commessa: **0000**
Denominazione quadro: **E01 (Quadro Esempio 1)**
Tipo o altro mezzo di identificazione: **12345-2024**
Cliente: **XXXX**
Impianto: **di Carate Brianza (MB)**

Rif. Art.	Verifiche individuali effettuate secondo la Norma CEI EN IEC 61439-2	Esito verifica
11.2	Grado di protezione dell'involucro (Esame a vista per assicurare che nessuna modifica esterna effettuata comporti il deterioramento del grado di protezione)	☑ positivo ☐ negativo
11.3	Distanze di isolamento in aria e superficiali (Esame a vista per verificare che le distanze di isolamento in aria tra parti attive (fase-fase, fase-neutro, fase-terra e neutro-terra) siano almeno 1,5 volte superiori a quelle specificate in Tabella 1 della Norma CEI EN IEC 61439-1)	☑ positivo ☐ negativo
11.4	Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione (Esame a vista e controlli a campione sui collegamenti avvitati ed imbullonati)	☑ positivo ☐ negativo
11.5	Installazione dei componenti (Verifica che l'assemblaggio e l'identificazione dei componenti siano conformi alle istruzioni di costruzione ed agli schemi elettrici)	☑ positivo ☐ negativo
11.6	Circuiti elettrici interni e collegamenti (Esame a vista e controlli a campione sui collegamenti avvitati ed imbullonati)	☑ positivo ☐ negativo
11.7	Terminali per conduttori esterni (Verifica che il tipo e l'identificazione dei componenti siano conformi alle istruzioni di costruzione ed agli schemi elettrici)	☑ positivo ☐ negativo
11.8	Funzionamento meccanico (La verifica comprende il controllo degli elementi meccanici di manovra, dei dispositivi di interblocco e di blocco associati con le parti rimovibili ed estraibili)	☑ positivo ☐ negativo
11.9	Proprietà dielettriche (Esecuzione della prova di tenuta a frequenza di esercizio 1890 V per 1 s)	☑ positivo ☐ negativo
11.10	Cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità (Controllo a vista del cablaggio con prova di funzionamento elettrico, verifica della completezza di tutte le informazioni e mercature di cui all'Art. 6 della Norma CEI EN IEC 61439-1)	☑ positivo ☐ negativo
Le verifiche sopra elencate sono state eseguite secondo le indicazioni della Norma CEI EN IEC 61439-2 presso il laboratorio della ditta Eeeee S.r.l		

Data .....
per accettazione: il Committente il Collaudatore

Inchiesta pubblica

C.11 Dichiarazione di conformità del quadro alla Norma CEI EN IEC 61439-2

Eeeee s.r.l. QUADRI ELETTRICI

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25
25010 Brescia

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ QUADRO ELETTRICO DI BASSA TENSIONE SECONDO CEI EN IEC 61439-2

La ditta Eeeee s.r.l. con sede a Brescia, Via Chiusa 25 costruttrice del quadro **E01**

Dati principali:	Tensione nominale:	**400 V**
	Corrente nominale del quadro I_{nA}:	**630 A**
	Grado di protezione:	**IP30**
	Tipo o altro mezzo di identificazione:	**12345-2024**
	Rapporto di prova:	**N° 0000/1 in data …..**

Dichiara, sotto la propria responsabilità, che il quadro sopra descritto è stato realizzato a regola d'arte e conformemente alle specifiche previste dalla Norma CEI EN IEC 61439-2.

A tale scopo dichiara:

- di aver utilizzato un involucro conforme alla CEI EN 62208;
- di aver utilizzato etichette e sistemi di marcatura provati secondo il par. 10.2.5;
- di aver utilizzato componenti conformi ai requisiti di compatibilità elettromagnetica per l'ambiente specificato e che gli stessi sono stati montati e cablati secondo le istruzioni del loro costruttore;
- di aver utilizzati apparecchi già sottoposti a prove di tipo e di non averne modificato il funzionamento meccanico durante il montaggio;
- di aver utilizzati componenti con tensione nominale di isolamento e tensione nominale di tenuta ad impulso uguali o maggiori dei valori nominali del quadro(2);
- di aver rispettato i criteri di scelta e le istruzioni di montaggio indicati sui cataloghi e fogli istruzione e di non avere compromesso durante il montaggio o attraverso modifiche, le prestazioni del materiale utilizzato dichiarate sui cataloghi.

Dichiara inoltre di aver effettuato in proprio le seguenti verifiche di progetto:

- distanza di isolamento in aria e tensione di tenuta ad impulso (mediante misura delle distanze di isolamento);
- distanza di isolamento superficiali (mediante misura delle distanze di isolamento);
- effettiva continuità dei circuiti di protezione (mediante misura della resistenza delle connessioni);
- tensione di tenuta a frequenza di esercizio (mediante prova di tensione applicata a frequenza di esercizio);
- verifica dei limiti di sovratemperatura (calcolo delle potenze dissipate e relativa comparazione con le potenze dissipabile dell'involucro);

Dichiara infine, sotto la propria responsabilità, di aver effettuato con risultato positivo tutte le prove individuali come da rapporto di prova N° 0000/1 in data …….

Data ……

Il Responsabile……

(2) L'istallazione degli SPD permette l'utilizzo di componenti con tensione di tenuta ad impulso inferiori.

Inchiesta pubblica

C.12 Dichiarazione UE di conformità

Eeeee s.r.l. QUADRI ELETTRICI

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25
25010 Brescia

DICHIARAZIONE UE DI CONFORMITÀ

Il costruttore: Eeeee S.r.l.

Indirizzo del costruttore: Via Chiusa 25, Brescia (BS) – ITALIA

DICHIARA qui di seguito che:

Il prodotto: E01

Dati principali:

Tensione nominale:	**400 V**
Corrente nominale del quadro I_{nA}:	**630 A**
Grado di protezione:	**IP30**
Tipo o altro mezzo di identificazione:	**12345-2024**
Anno di fabbricazione:	**2024**
	Costruito a Brescia (BS)
	Via Chiusa, 25

Risulta **CONFORME** a quanto previsto dalle seguenti direttive comunitarie, comprese le ultime modifiche, e con la relativa legislazione nazionale di recepimento:

Direttiva EMC 2014/30/UE — Direttiva Compatibilità Elettromagnetica

Direttiva BT 2014/35/UE — Direttiva Bassa Tensione

Direttiva ROHS **2011/65/EU, 2015/863/EU** — Direttiva ROHS

Il fabbricante dichiara inoltre che sono state applicate le seguenti norme armonizzate:

Norma	Edizione	Titolo
CEI EN 61439-2	2021(*)	NORMA CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Parte 2: Quadri di potenza
CEI EN IEC 63000	2021(*)	NORMA EN IEC 63000 Documentazione tecnica per la valutazione dei prodotti elettrici ed elettronici in relazione alla restrizione delle sostanze pericolose

Data .....

Il Legale rappresentante .....

(*) attualmente in fase di armonizzazione. Le versioni attualmente armonizzate e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale, sono quelle del 2012 per la CEI EN 61439-2 e del 2018 per la CEI EN 63000

inchiesta pubblica

C.13 Istruzioni per l'installazione e la manutenzione

Eeeee s.r.l. QUADRI ELETTRICI

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25
25010 Brescia

ISTRUZIONI PER L'INSTALLAZIONE E LA MANUTENZIONE

Numero di commessa:	**0000**
Denominazione quadro:	**E01**
Tipo o altro mezzo di identificazione:	**12345-2024**
Rapporto di prova:	**N° 0000/1 in data .....**
Cliente:	**XXXX**
Impianto:	**di Carate Brianza (MB)**

ATTENZIONE: Questo prodotto è stato previsto per l'ambiente A. L'uso di questo prodotto in un ambiente B può generare disturbi elettromagnetici indesiderati; in questo caso l'utilizzatore deve prendere misure adeguate per l'attenuazione dei disturbi.

C.13.1 Personale autorizzato all'installazione e manutenzione

L'accesso ai quadri elettrici per l'installazione e la manutenzione e la gestione dell'impianto deve avvenire nel rispetto delle regole antinfortunistiche.

Le Norme e le Leggi che regolano questo aspetto diversificano, in funzione del personale, le modalità di accesso e/o le azioni che possono essere effettuate all'interno del quadro e prevedono accorgimenti costruttivi tali da garantire opportuni livelli di sicurezza.

La Norma di riferimento in Italia è la CEI 11-27 (2021-09) che identifica le condizioni e i soggetti ai quali è consentito l'accesso al quadro:

- persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico (Responsabile dell'impianto);
- persona designata alla conduzione dell'attività lavorativa (Preposto ai lavori);
- persona esperta (in ambito elettrico);
- persona avvertita.

Essa regolamenta il modo di lavorare in un impianto e i rapporti tra le persone sopra citate che possono lavorare nell'impianto stesso al fine di mantenere le condizioni di sicurezza elettriche previste dalle Direttive Europee.

Tale norma e le sue declinazioni nazionali vanno pertanto seguite correttamente ogni volta che occorre accedere a un quadro elettrico.

C.13.2 Dispositivi di Protezione individuale

I manutentori devono essere provvisti dei seguenti dispositivi di protezione individuali, come previsto dalle Direttive Europee e dal recepimento nazionale delle stesse:

- occhiali/visiera;
- guanti isolanti a 1000 Volt;
- elmetto dielettrico;
- scarpe antinfortunistiche/tronchetti isolanti;
- attrezzi isolati.

Inchiesta pubblica

Gli operatori devono essere inoltre dotati di un mezzo di comunicazione idoneo per attivare rapidamente il sistema di emergenza sanitario nazionale.

Si consiglia sempre di svolgere i lavori sui quadri elettrici FUORI TENSIONE, mettendo in sicurezza l'apparecchiatura oggetto dell'intervento, prima di operare è sempre necessario consultare il manuale d'uso delle apparecchiature installate nei quadri ed accertarsi di sezionare l'alimentazione.

C.13.3 Messa in sicurezza del quadro elettrico

Apporre il cartello seguente su tutti i punti dell'impianto da cui è derivata l'alimentazione del quadro elettrico.

Figura C.2 – Avvertenza per lavori in corso

Sul territorio italiano si applicano le prescrizioni per l'esecuzione dei lavori fuori tensione come indicato in 6.2 della Norma CEI 11-27.

C.13.4 Protezione dell'udito

È consigliabile utilizzare una protezione per l'udito in caso di lavoro continuativo in vicinanza di ventilatori degli inverter.

C.13.5 Protezione dalle ustioni

Appena dopo che il quadro è stato messo fuori tensione, alcuni componenti possono avere temperature elevate.

È necessario osservare tutte le precauzioni al fine di evitare ustioni, indossando sempre guanti protettivi.

C.13.6 Verifiche prima dell'installazione

In seguito al trasporto e al posizionamento del quadro elettrico in loco, prima della messa in servizio è necessario eseguire le seguenti verifiche:

- verifica dell'integrità della carpenteria e chiusure e dispositivi di chiusura;
- controllo funzionamento meccanico manovre ed interblocchi;
- verifica dell'integrità di tutti i componenti;
- verifica del serraggio di tutta la viteria, bulloneria, morsetti, ecc;
- taratura dei relè termici e tutti i dispositivi regolabili.

Inchiesta pubblica

C.13.7 Messa in servizio

Solo dopo eseguito le verifiche di cui sopra, è possibile mettere in servizio il quadro elettrico.

Alla prima messa in servizio, deve essere presente il responsabile d'impianto per controllare e coordinare le varie fasi che devono avvenire secondo la seguente procedura:

- chiusura dell'interruttore generale di arrivo;
- controllo delle letture degli strumenti della sezione bassa tensione;
- chiusura degli interruttori delle partenze bassa tensione;
- verificare che tutte le grandezze (termiche, elettriche, ecc.) siano nei campi dei valori attesi.

C.13.8 Tenuta in esercizio

La tenuta in esercizio del quadro normalmente non richiede particolari precauzioni se non quelle di carattere generale:

- le eventuali manovre siano sempre eseguite in accordo alle istruzioni dei singoli componenti;
- non siano eseguite manovre non autorizzate;
- non siano rimossi o forzati i blocchi di sicurezza.

Eeeee S.r.l. declina ogni responsabilità per danni conseguenti a manomissione o uso improprio di blocchi e/o dotazioni di sicurezza, oppure provocati da manovre errate eseguite da personale inesperto e/o non autorizzato.

Se durante il normale funzionamento intervengono protezioni, prima di ripristinarle deve esserne verificata la causa per escludere o rimuovere i possibili guasti.

C.13.9 Manutenzione Ordinaria

Si definisce manutenzione ordinaria la combinazione di tutte le azioni finalizzate a mantenere le apparecchiature nelle condizioni originarie; mentre con manutenzione straordinaria si definiscono le operazioni di ripristino dopo un evento per lo più accidentale, oppure una revisione generale dopo un lungo periodo di funzionamento.

Per le operazioni di manutenzione vengono presi in considerazione solo gli aspetti attinenti alla sicurezza, escludendo quelli relativi alla funzionalità delle apparecchiature, per la quale si rimanda ai manuali d'uso e manutenzione dei singoli prodotti.

Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite solo da personale esperto, nel pieno rispetto del D.Lgs 81/2008 e delle Norme CEI applicabili, con l'impiego di ricambi originali, se necessari.

Il responsabile dell'impianto deve avere cura di verificare che il personale preposto alla manutenzione possieda un'istruzione specifica ed aggiornata.

Devono essere definite le responsabilità operative e le procedure per la messa fuori tensione, la messa a terra delle parti d'impianto interessate e la successiva rimessa in esercizio.

Gli interventi di manutenzione devono avvenire solo dopo aver reso inerti tutti i dispositivi a conservazione di energia: molle precaricate, dispositivi di accumulo di fluidi di comando, batterie di accumulatori elettrici e/o gruppi di continuità, ecc. Tutti gli interventi di manutenzione devono essere registrati.

Inchiesta pubblica

C.13.10 Periodicità e tipi di intervento necessari ad una corretta manutenzione ordinaria

La frequenza delle verifiche e degli interventi di manutenzione deve essere determinata in base alle condizioni di inquinamento ambientale e di servizio del locale in cui è installato il quadro.

Particolari condizioni impiantistiche possono richiedere un grado di verifica maggiore dei sistemi di sicurezza: in questo caso a seconda delle sollecitazioni esterne, è discrezione del servizio di manutenzione adottare un programma di verifiche più intenso.

Eeeee s.r.l. non si assume responsabilità per quadri che vengono mantenuti in esercizio senza un regolare regime di verifiche e manutenzione. A garanzia delle prestazioni dell'apparecchiatura e dei sistemi di sicurezza per le persone e cose nonché per un utilizzo corretto e del quadro elettrico è necessario eseguire e contestualmente annotare i riscontri ottenuti su apposito registro relativi ai seguenti controlli e/o verifiche periodiche:

Operazione	**Periodicità controlli**(1)(2)
Controllo visivo del quadro e rilievo fattori anomali (annerimenti, ecc.)	sei mesi
Controllo e test di intervento dei circuiti di emergenza e dei dispositivi di emergenza	sei mesi
Controllo funzionamento delle segnalazioni ottiche (di emergenza)	sei mesi
Controllo funzionamento delle segnalazioni acustiche (di emergenza)	sei mesi
Lubrificazione di tutti gli organi meccanici (leverismi, interblocchi, maniglie, ecc);	un anno
Verifica serraggio bulloneria, viti componenti, viti morsetti	un anno
Verifica serraggio ed ispezione visiva dell'integrità dei circuiti di protezione	un anno
Controllo funzionamento meccanico manovre ed interblocchi	un anno
Controllo stato mantenimento dell'isolamento dei conduttori (a vista)	un anno
Verifica di funzionamento di apparecchiature di misura, controllo e regolazione	un anno
Controllo funzionamento ventole di raffreddamento o condizionatori e pulizia filtri	un anno
Controllo funzionamento resistenze di riscaldamento ed anticondensa	un anno
Controllo presenza organi accessori (chiavi, maniglie di estrazione, ecc.)	un anno
Controllo presenza eventuali materiali per manutenzioni straordinarie (fusibili, lampadine, ecc.)	un anno
Controllo strumentale dei dispositivi di protezione (relè differenziali, ecc.)	due anni
Controllo stato di mantenimento schermi e ripari	tre anni
Controllo stato di usura delle apparecchiature (ossidazione contatti, ecc.)	tre anni
Verifica strumentale dell'isolamento dei circuiti	cinque anni
Verifica strumentale della continuità dei conduttori di protezione	cinque anni
Apparecchiature e componenti incorporati	(come da istruzioni d'uso e manutenzione del singolo componente)
Verifica presenza targa identificativa e schema elettrico con eventuale aggiornamento	tre anni

(1) La prova dei relè differenziali (tasto di prova) deve essere eseguito ogni semestre, se l'ambiente risulta essere critico (presenza di polvere, atmosfere corrosive, atmosfere saline, ecc.), deve essere eseguito mensilmente.

(2) I tempi sono indicati solo a titolo di esempio. La periodicità delle verifiche dovrà essere definita in funzione delle condizioni di installazione e di esercizio.

inchiesta pubblica

Allegato D

Esempio 2: Quadro di distribuzione con corrente nominale (I_{nA}) di 1 600°

Di seguito si riporta un esempio di realizzazione di un quadro di distribuzione a tre scomparti con corrente nominale (I_{nA}) di 1 600 A. Questo esempio non è esaustivo ed è fornito solo come guida.

Per la progettazione, costruzione, verifica e messa in servizio del quadro, sono stati prodotti i seguenti documenti allegati.

a) Documenti indicati dal committente

- Dati di ingresso necessari per la fornitura del quadro (D.0), (D.1).
- Schema unifilare del quadro con la tabella materiali (D.2).
- Dimensioni massime di ingombro (D.3).

b) Documenti definiti dal costruttore del quadro

- Schema unifilare del quadro con la tabella materiali (D.4).
- Schema morsettiera e analizzatore di rete (D.5).
- Informazioni relative al quadro – Caratteristiche di interfaccia (definite dal costruttore) (D.6).
- Fronte quadro e dimensioni di ingombro (D.7).
- Verifica delle sovratemperature con il calcolo della Norma CEI 17-43 (D.8).
- Tabella con le verifiche di progetto effettuate (D.9).
- Rapporto di prova (verifiche individuali) (D.10).
- Dichiarazione di conformità del quadro alla Norma CEI EN 61439-2 (D.11).
- Dichiarazione UE di conformità (D.12).
- Istruzioni per l'installazione e la manutenzione (D.13).

D.0 Caratteristiche per la specificazione del quadro di distribuzione (indicati dal committente)

- Tensione di impiego: U_e = 400V.
- Tensione di isolamento U_i = 500 V.
- Tensione di tenuta ad impulso U_{imp} = 4 kV.
- Corrente nominale del quadro I_{nA} = 1 600 A.
- Corrente di cortocircuito presunta I_{cp} ≤ 25 kA.
- Grado di protezione IP30.

Inchiesta pubblica

D.1 Dati di ingresso necessari per la fornitura del quadro (indicati dal committente)

Il Committente dovrebbe fornire al costruttore del quadro i dati necessari per la realizzazione del quadro di seguito riportati. In mancanza di tali dati è il costruttore che li definisce.

Tabella D.1 – Dati di ingresso per la fornitura del quadro (indicati dal committente)

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Sistema elettrico				
Sistema di messa a terra	5.6, 8.4.3.1, 8.4.3.2.3, 8.6.2, 10.5, 11.4	Standard del costruttore scelte per rispondere alle esigenze locali	TT/TN-C/TNC-S/IT/TN-S	TNS
Tensione nominale (V)	3.8.9.1, 5.2.1, 8.5.3	Secondo le condizioni di installazione locali	Max 1 000 V c.a. o 1 500 V c.c.	400 V c.a.
Sovratensione transitorie	5.2.4, 8.5.3, 9.1, Allegato G	Determinata dal sistema elettrico	Categorie di sovratensione I / II / III / IV	4 kV (categoria III)
Sovratensioni temporanee	9.1	Tensione nominale di rete + 1 200 V	Nessuna	Tensione di prova come da Norma
Frequenza nominale f_n (Hz)	3.8.12, 5.5, 8.5.3, 10.10.2.3, 10.11.5.4	Secondo le condizioni di installazione locali	c.c./50 Hz/60 Hz	50 Hz
Prescrizioni addizionali per prove sul posto: cablaggio, prestazioni di condizioni operative e funzione	11.10	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Capacità di tenuta al cortocircuito				
Corrente di cortocircuito presunta ai terminali di alimentazione I_{cp} (kA)	3.8.7	Determinata dal sistema elettrico	Nessuna	Tenuta al cto-cto richiesta 25 kA
Corrente di cortocircuito presunta nel neutro	10.11.5.3.5	Max. 60 % dei valori delle fasi	Nessuna	Tenuta al cto-cto richiesta 15 kA
Corrente di cortocircuito presunta nel circuito di protezione	10.11.5.6	Max. 60 % dei valori delle fasi	Nessuna	Tenuta al cto-cto richiesta 15 kA
Requisiti di un SCPD nell'unità funzionale di entrata	9.3.2	Secondo le condizioni di installazione locali	SI / NO	NO
Coordinamento dei dispositivi di protezione contro il cortocircuito, compresi i dettagli del dispositivo esterno di protezione contro il cortocircuito	9.3.4	Secondo le condizioni di installazione locali	Nessuna	È richiesta selettività tra dispositivo esterno di protezione e i dispositivi installati nel quadro

Inchiesta pubblica

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Dati associati ai carichi che potrebbero contribuire alla corrente di cortocircuito	9.3.2	Nessun carico suscettibile di portare un contributo significativo consentito	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Protezione delle persone contro la scossa elettrica, in accordo con la IEC 60364-4-41				
Tipo di protezione contro la scossa elettrica — Protezione principale (protezione contro i contatti diretti)	8.4.2	Protezione principale	Secondo le regole di installazione locali	Mediante involucri e barriere
Tipo di protezione contro la scossa elettrica — Protezione in caso di guasto (protezione contro i contatti indiretti)	8.4.3	Secondo le condizioni di installazione locali	Interruzione automatica dell'alimentazione/ Separazione elettrica/Isolamento doppio o rinforzato	Interruzione automatica dell'alimentazione
Condizioni di installazione				
Tipo di ambiente	3.5, 8.1.4, 8.2	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Interno/Esterno	Interno
Protezione contro l'ingresso di corpi solidi e l'ingresso di acqua	8.2.2	Interno (chiuso): IP2X Esterno (min.): IP23	Nessuna	IP30
Protezione dopo la rimozione della parte estraibile	8.2.3 8.2.101	Standard del costruttore	Dopo la rimozione delle parti removibili o estraibili: Come per la posizione di inserito/Protezione ridotta allo standard del costruttore	Nessuna prescrizione particolare
Impatto meccanico esterno (IK) NOTA La IEC 61439-1 non richiama specifici gradi IK.	8.2.1, 10.2.6	Nessuna	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Resistenza alle radiazioni UV (si applica solo a quadri per esterno, se non diversamente specificato)	10.2.4	Interno: non applicabile Esterno: Clima temperato	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Resistenza alla corrosione	10.2.2	Normali disposizioni Interno/Esterno	Nessuna	installazione per Interno
Temperatura dell'aria ambiente – limite inferiore	7.1.1	Interno: –5 °C Esterno: –25 °C	Nessuna	–5 °C
Temperatura dell'aria ambiente – limite superiore	7.1.1	40 °C	Nessuna	40 °C
Temperatura dell'aria ambiente – massimo valore medio nelle 24 h	7.1.1, 9.2	35 °C	Nessuna	35 °C

Inchiesta pubblica

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Massima umidità relativa	7.1.1	Interno: 95 % da −5 °C a +30 °C 70 % a +35 °C 57 % a +40 °C Esterno: 100 % da −25 °C a +27 °C 60 % a +35 °C 46 % a +40 °C	Nessuna	Come da norma
Grado di inquinamento (dell'ambiente di installazione)	7.1.2	Industriale: 3	1, 2, 3, 4	3
Altitudine	7.1.1	< 2000 m	Nessuna	< 2 000 m
Ambiente EMC (A o B)	9.4, 10.12, Allegato J	A/B	A/B	A
Condizioni speciali di servizio (ad es. vibrazioni, condensa eccessiva, inquinamento gravoso, ambiente corrosivo, campi elettrici o magnetici intensi, funghi, piccoli animali, pericoli d'esplosione, vibrazioni e urti elevati, terremoti)	7.2, 8.5.4, 9.3.3, Tabella 7	Nessuna condizione speciale di servizio	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Metodi di installazione				
Tipo	3.3, 5.6	Standard del costruttore	Varie, es. montato a pavimento/ montato a parete	Quadro ad armadio installato a pavimento
Fisso/ Trasportabile	3.5	Fisso	Fisso/ trasportabile	Fisso
Dimensioni massime esterne e peso	5.6, 6.2.1	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Nessuna	– Dimensioni massime come da fronte quadro allegato – peso indicato dal costruttore
Tipo(i) di conduttore esterno	8.8	Standard del costruttore	Cavo/Sbarra/ Sistema sbarre	Come da schemi allegati
Direzione(i) dei conduttori esterni	8.8	Standard del costruttore	Nessuna	Ingresso dal basso accesso dal retro
Materiale dei conduttori esterni	8.8	Rame	Rame/ alluminio	Rame
Conduttori di fase esterni, sezioni e terminazioni	8.8	Come definito dalla Norma	Nessuna	Come da schemi allegati, se non specificato come da Norma
Sezioni dei conduttori esterni PE, N, PEN e terminazioni	8.8	Come definito dalla Norma	Nessuna	Come da schemi allegati, se non specificato come da Norma
Prescrizioni speciali per l'identificazione dei terminali	8.8	Standard del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare

Inchiesta pubblica

Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Immagazzinamento e movimentazione				
Dimensioni massime e peso delle unità trasportabili	6.2.2, 10.2.5	Standard del costruttore	Nessuna	– Dimensioni massime come da fronte quadro allegato – Peso come indicato dal costruttore
Metodi di trasporto (ad es. con carrello elevatore, gru)	6.2.2, 8.1.6	Standard del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Condizioni ambientali diverse dalle condizioni di servizio definite in 7.3	7.3	Da –25 °C a + 55 °C e, per periodi non superiori alle 24 h, sino a +70 °C.	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Dettagli sull'imballaggio	6.2.2	Standard del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Disposizioni di funzionamento				
Accesso a dispositivi manovrati manualmente	8.4		Personale autorizzato/	Personale autorizzato
posizione dei dispositivi manovrati manualmente	8.5.5	Facilmente accessibile	Nessuna	Nessuna
Sezionamento degli elementi delle apparecchiature installate per la manovra del carico	8.4.2, 8.4.3.3, 8.4.6.2	Standard del costruttore	Singoli/gruppi/tutti	Come da schema
Manutenzione e miglioramento				
Prescrizioni relative all'accessibilità in servizio da parte del personale autorizzato; prescrizioni per il funzionamento dei dispositivi o sostituzione di componenti, mentre il quadro è alimentato	8.4.6.2	Protezione Principale	Nessuna	Regolazione e ripristino di relè, sganciatori e dispositivi elettronici. Sostituzione fusibili in portafusibili
Prescrizioni relative all'accessibilità per l'ispezione e per operazioni simili	8.4.6.2.2	Raccomanda-zioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Prescrizioni relative all'accessibilità per la manutenzione in esercizio da parte di persone autorizzate	8.4.6.2.3	Raccomanda-zioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Prescrizioni relative all'accessibilità per l'estensione in esercizio da parte di persone autorizzate	8.4.6.2.4	Raccomanda-zioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Protezione contro i contatti diretti con parti attive interne pericolose durante la manutenzione o l'aggiornamento (ad es. le unità funzionali, le sbarre principali, le sbarre di distribuzione)	8.4	Raccomanda-zioni del costruttore	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare

inchiesta pubblica

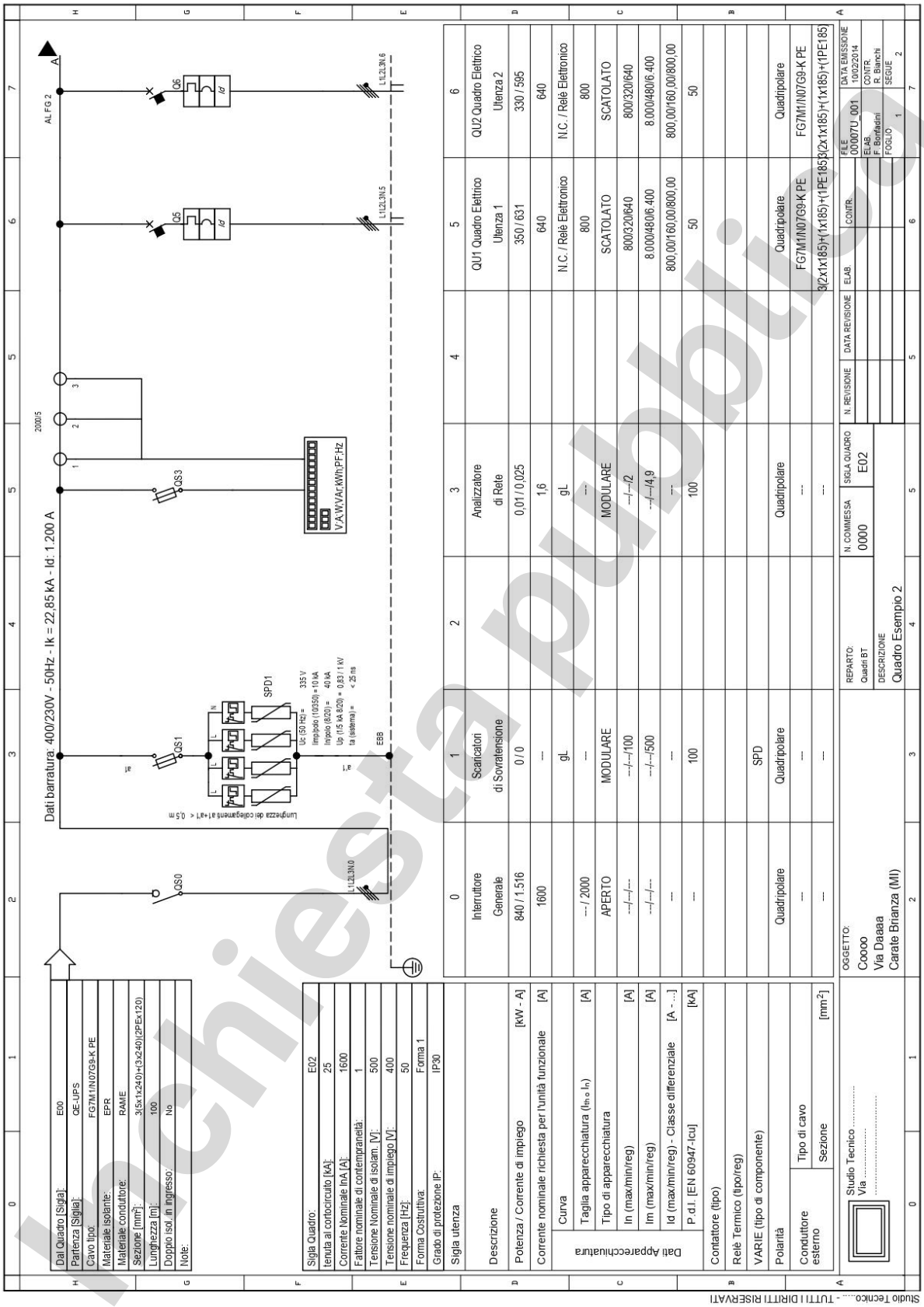
Caratteristiche	Riferimenti ad articoli o paragrafi della Norma	Disposizioni di base	Opzioni riportate nella Norma	Prescrizioni dell'utilizzatore
Passaggi di servizio	8.4.6.2.101	Protezione principale	Nessuna	Nessuna prescrizione particolare
Metodo di collegamento delle unità funzionali NOTA Questo metodo di codifica si riferisce alla capacità di estrazione e inserimento delle unità funzionali	8.5.1 8.5.2 8.5.101		F collegamenti fissi D collegamenti scollegabili W collegamenti estraibili	F
Forma di segregazione	8.101	Nessuna prescrizione	Forma 1, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b	1
Separazione di grado IP (protezione contro il contatto con parti a tensione pericolose e l'ingresso di corpi estranei solidi)	8.101	IPXXB	IP2X o come concordato tra l'utilizzatore ed il costruttore	IPXXB
Capacità di provare il funzionamento individuale dei circuiti ausiliari in relazione a circuiti specificati mentre l'unità funzionale è sezionata	3.1.102, 3.2.102, 3.2.103, 8.5.101, Tabella103		Nessuna	Nessuna -
Capacità di portare corrente				
Massima corrente totale di carico, che deve essere fornita dal quadro (dalla quale verrà determinata la corrente nominale del quadro I_{nA} (A)	3.8.10.1, 5.3, 8.5.3, 8.8, 10.10.2, 10.10.3, 10.11.5, Allegato E	Standard del costruttore, secondo l'applicazione	Nessuna	1 600 A
Corrente di progetto I_B e natura del carico per ciascun circuito, in alternativa I_n dei dispositivi e natura del carico (in questi casi si possono utilizzare i fattori di carico indicati nella Tabella 101.	3.8.10.8	Come indicato nella Tabella 101	Nessuna	Come da Schemi allegati
Rapporto tra la sezione del conduttore di neutro e quella dei conduttori di fase fino a 16 mm^2 compreso	8.6.1	100 %	Nessuna	100 %
Rapporto tra la sezione del conduttore di neutro e quella dei conduttori di fase, maggiore di 16 mm^2	8.6.1	50 % (min. 16 mm^2)	Nessuna	Come da schemi allegati

3802

3803

Inchiesta pubblica

D.2 Schema unifilare del quadro con tabella materiali (indicati dal committente)



	0	1	2	3	4	5	6
Sigla utenza	Interruttore Generale	Scaricatori di Sovratensione		Analizzatore di Rete		QU1 Quadro Elettrico Utenza 1	QU2 Quadro Elettrico Utenza 2
Potenza / Corrente di impiego [kW - A]	840 / 1.516	0 / 0		0,01 / 0,025		350 / 631	330 / 595
Corrente nominale richiesta per l'unità funzionale [A]	1600	---		1,6		640	640
Curva	--- / 2000	gL		gL		N.C. / Relè Elettronico	N.C. / Relè Elettronico
Taglia apparecchiatura ($I_{n\,o}$ I_n) [A]	---	---		---		800	800
Tipo di apparecchiatura	APERTO	MODULARE		MODULARE		SCATOLATO	SCATOLATO
In (max/min/reg) [A]	--/--/--	--/--/100		--/--/2		800/320/640	800/320/640
Im (max/min/reg) [A]	--/--/--	--/--/500		--/--/4,9		8.000/480/6.400	8.000/480/6.400
Id (max/min/reg) - Classe differenziale [A - ...]	---	---		---		800,00/160,00/800,00	800,00/160,00/800,00
P.d.I. [EN 60947-Icu] [kA]	---	100		100		50	50
Contattore (tipo)							
Relè Termico (tipo/reg)							
VARIE (tipo di componente)		SPD					
Polarità	Quadripolare	Quadripolare		Quadripolare		Quadripolare	Quadripolare
Conduttore esterno: Tipo di cavo	---	---		---		FG7M1/N07G9-K PE 3(2x1x185)+(1x185)+(1PE185)	FG7M1/N07G9-K PE 3(2x1x185)+(1x185)+(1PE185)
Conduttore esterno: Sezione [mm²]	---	---		---			

Dal Quadro [Sigla]:	E00
Partenza [Sigla]:	QE-UPS
Cavo tipo:	FG7M1/N07G9-K PE
Materiale isolante:	EPR
Materiale conduttore:	RAME
Sezione [mm²]:	3(5x1x240)+(3x240)(2PEx120)
Lunghezza [m]:	100
Doppio isol. in ingresso:	No
Note:	

Sigla Quadro:	E02
tenuta al cortocircuito [kA]:	25
Corrente Nominale InA [A]:	1600
Fattore nominale di contemporaneità:	1
Tensione Nominale di isolam. [V]:	500
Tensione nominale di impiego [V]:	400
Frequenza [Hz]:	50
Forma Costruttiva:	Forma 1
Grado di protezione IP:	IP30

OGGETTO:
Coooo
Via Daaaa
Carate Brianza (MI)

REPARTO: Quadri BT
DESCRIZIONE: Quadro Esempio 2
N. COMMESSA: 0000
SIGLA QUADRO: E02

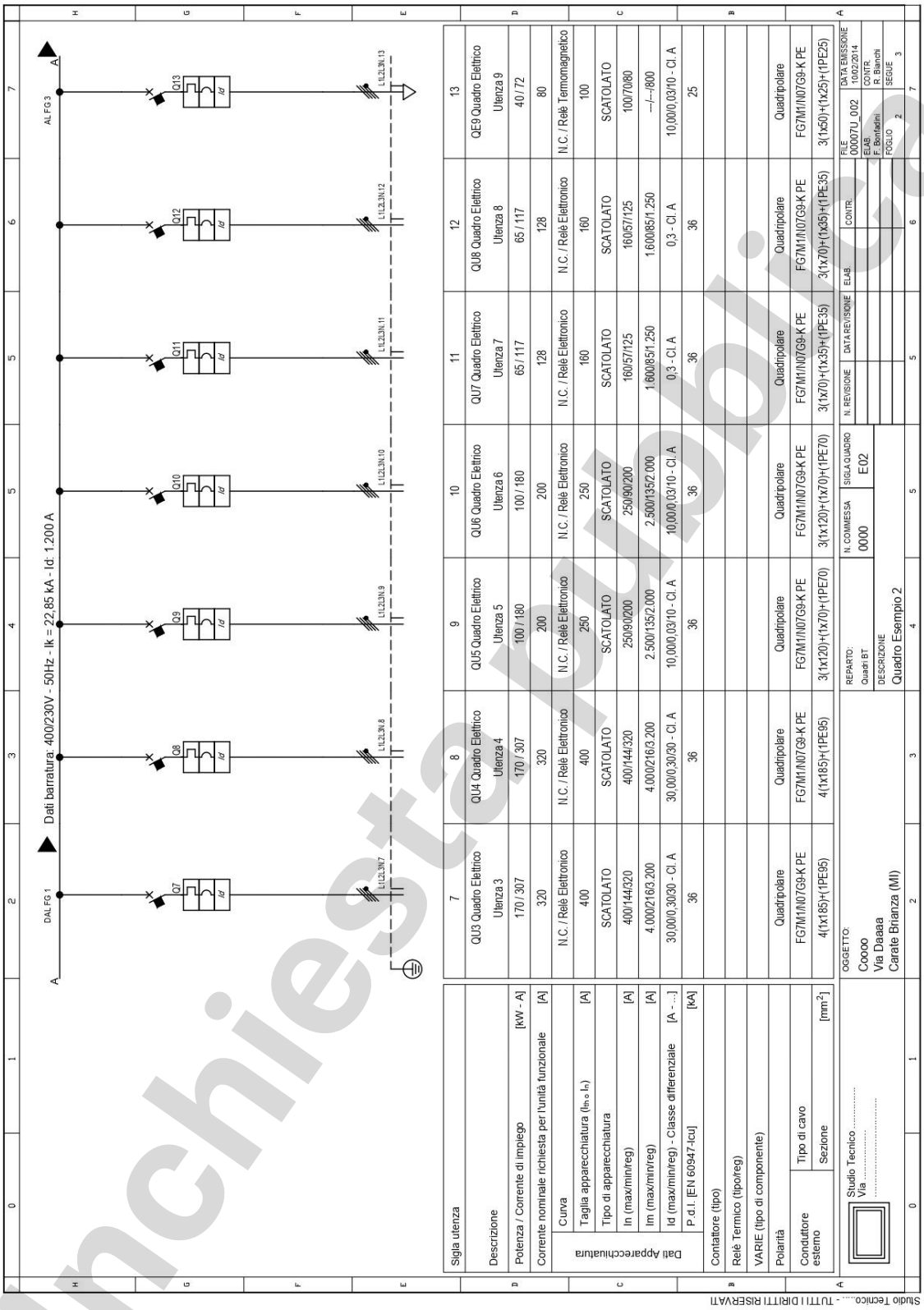
N. REVISIONE	DATA REVISIONE	ELAB.	CONTR.

FILE 00007U_001
DATA EMISSIONE 10/02/2014
ELAB. F. Bonfadini
CONTR. R. Bianchi
FOGLIO 1
SEGUE 2

Studio Tecnico .....
Via .....

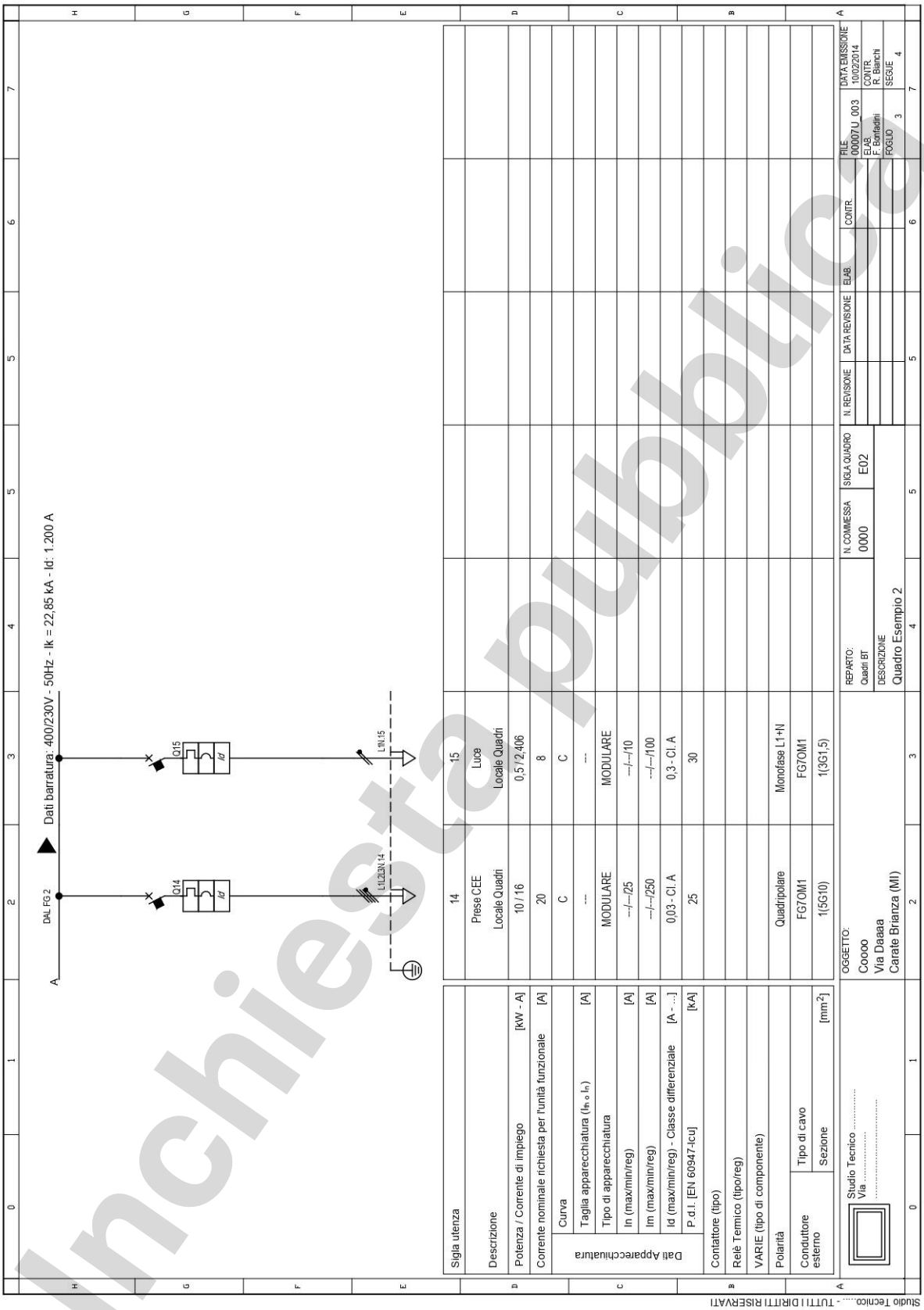
Inchiesta pubblica

Segue: **Schema unifilare del quadro con tabella materiali** (indicati dal committente)



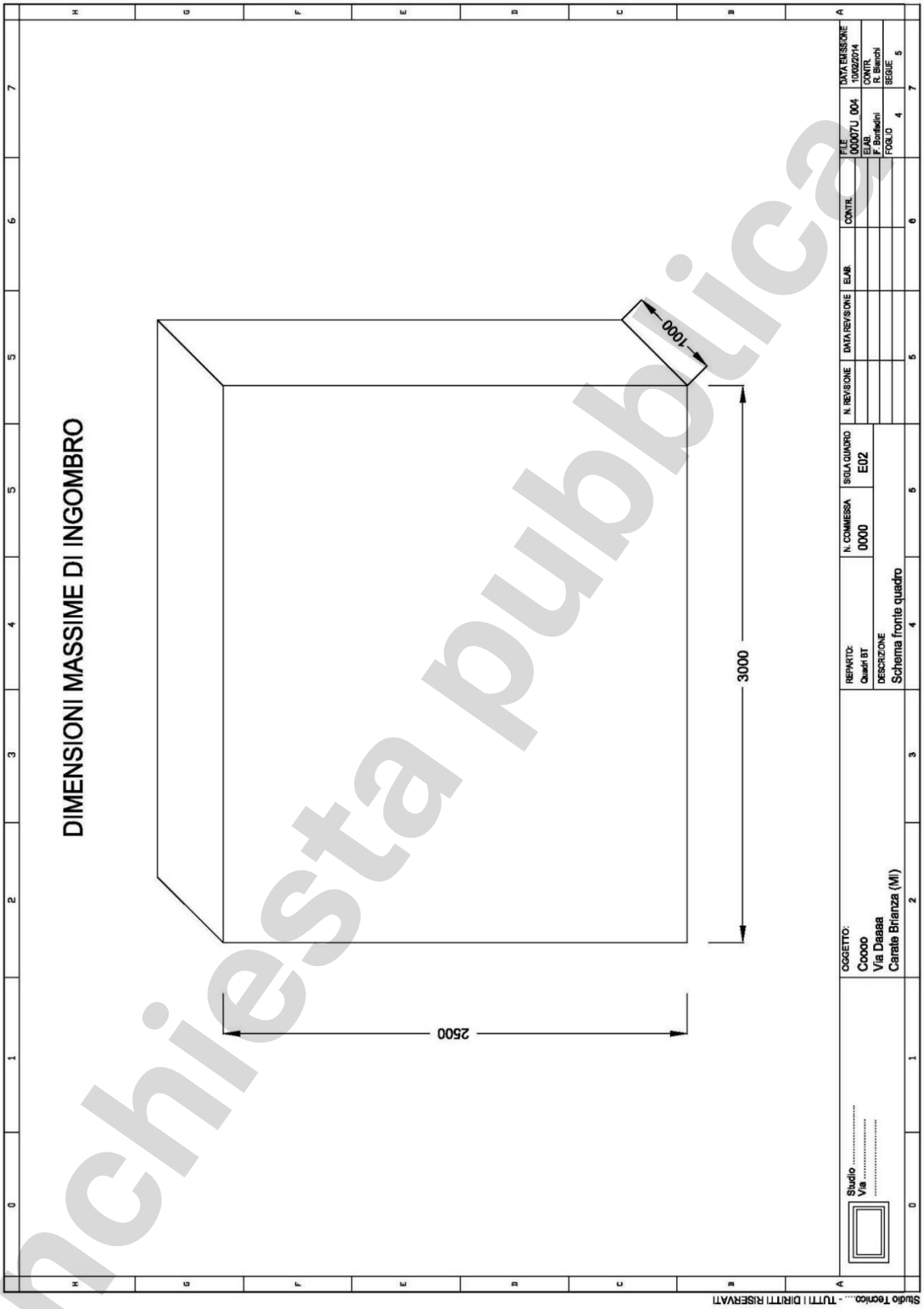
Inchiesta pubblica

Segue: **Schema unifilare del quadro con tabella materiali** (indicati dal committente)



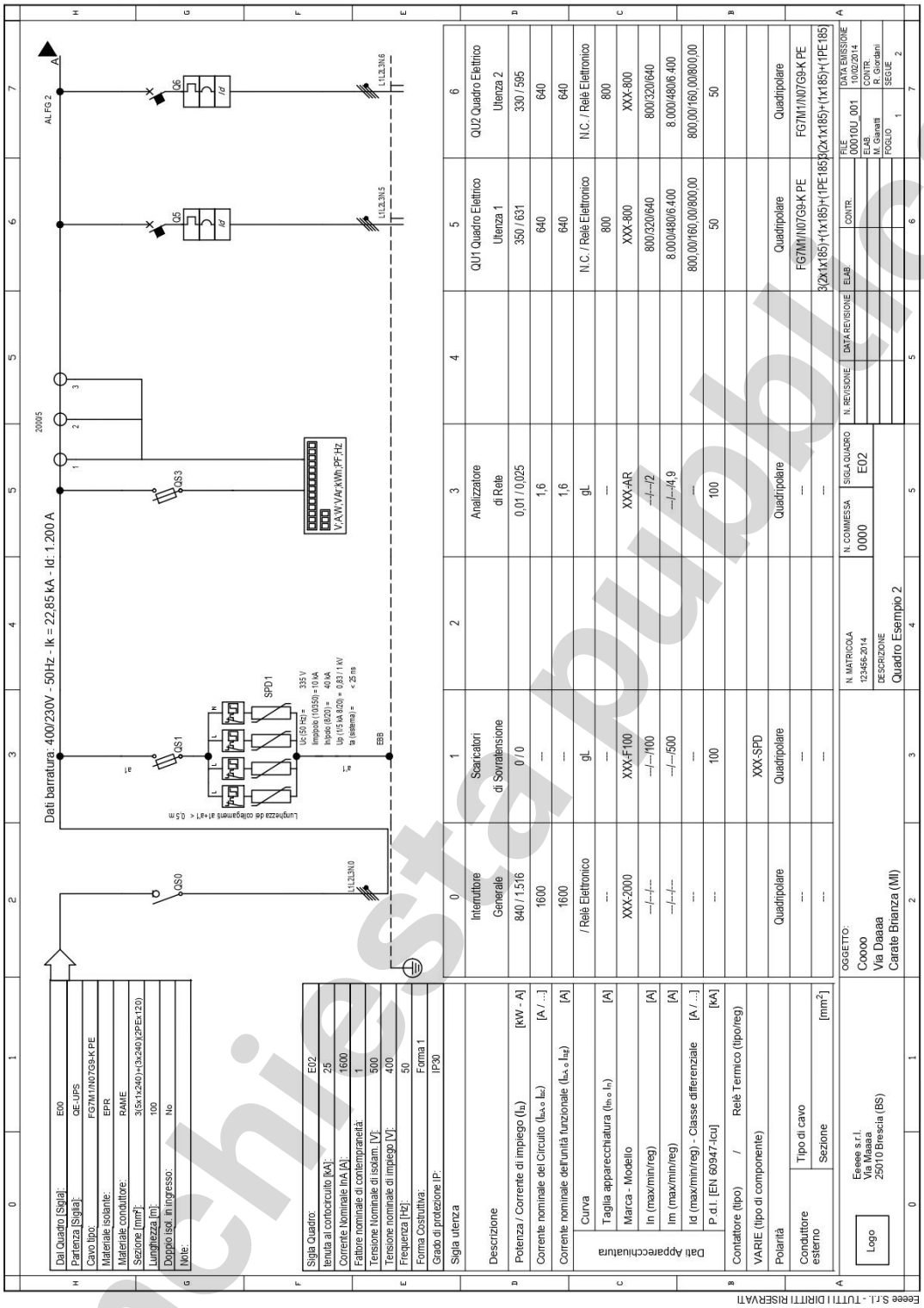
Inchiesta pubblica

D.3 Dimensioni massime d'ingombro (indicate dal committente)



Inchiesta pubblica

D.4 Schema unifilare e tabella materiali (definite dal costruttore)

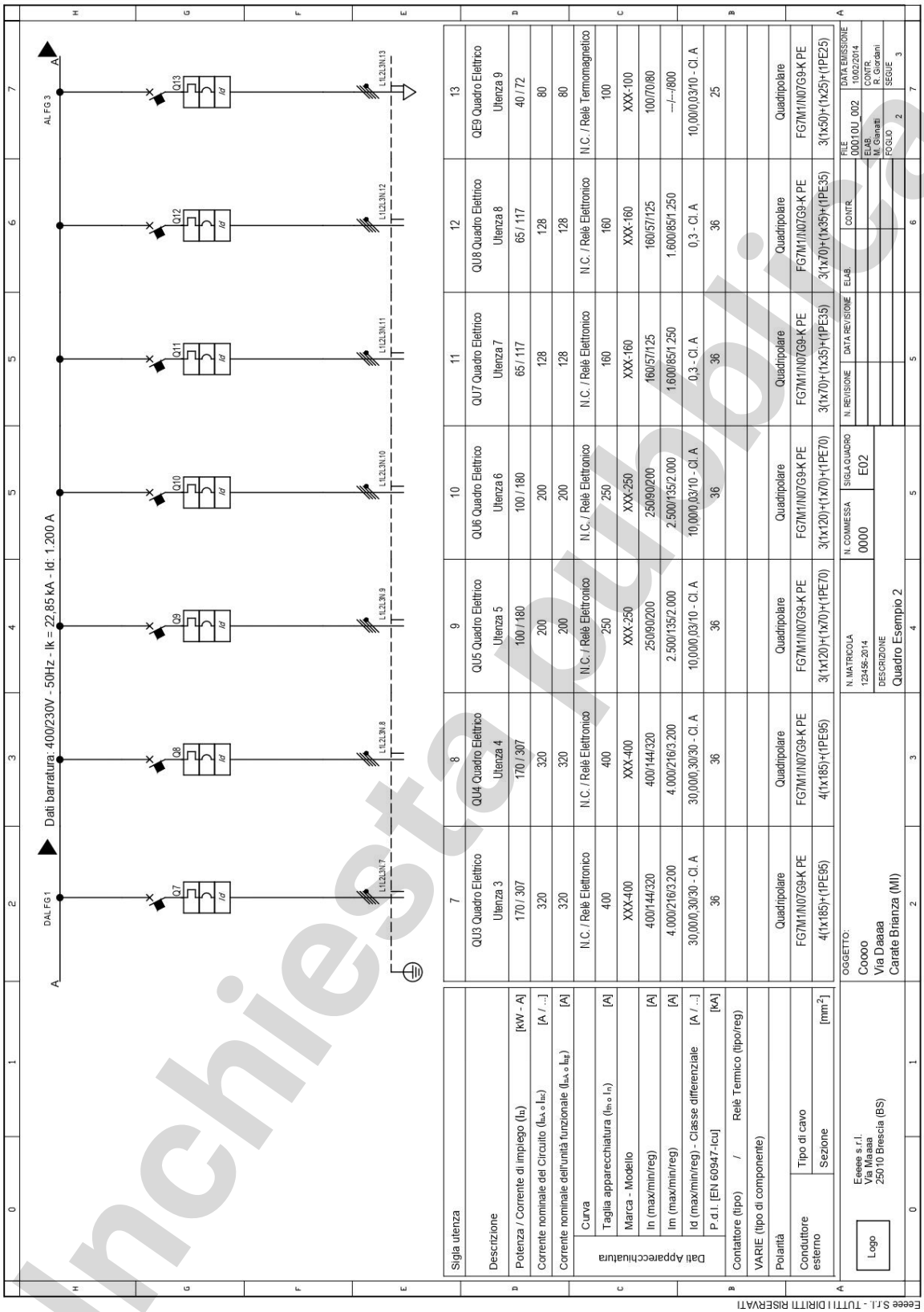


3817

3818

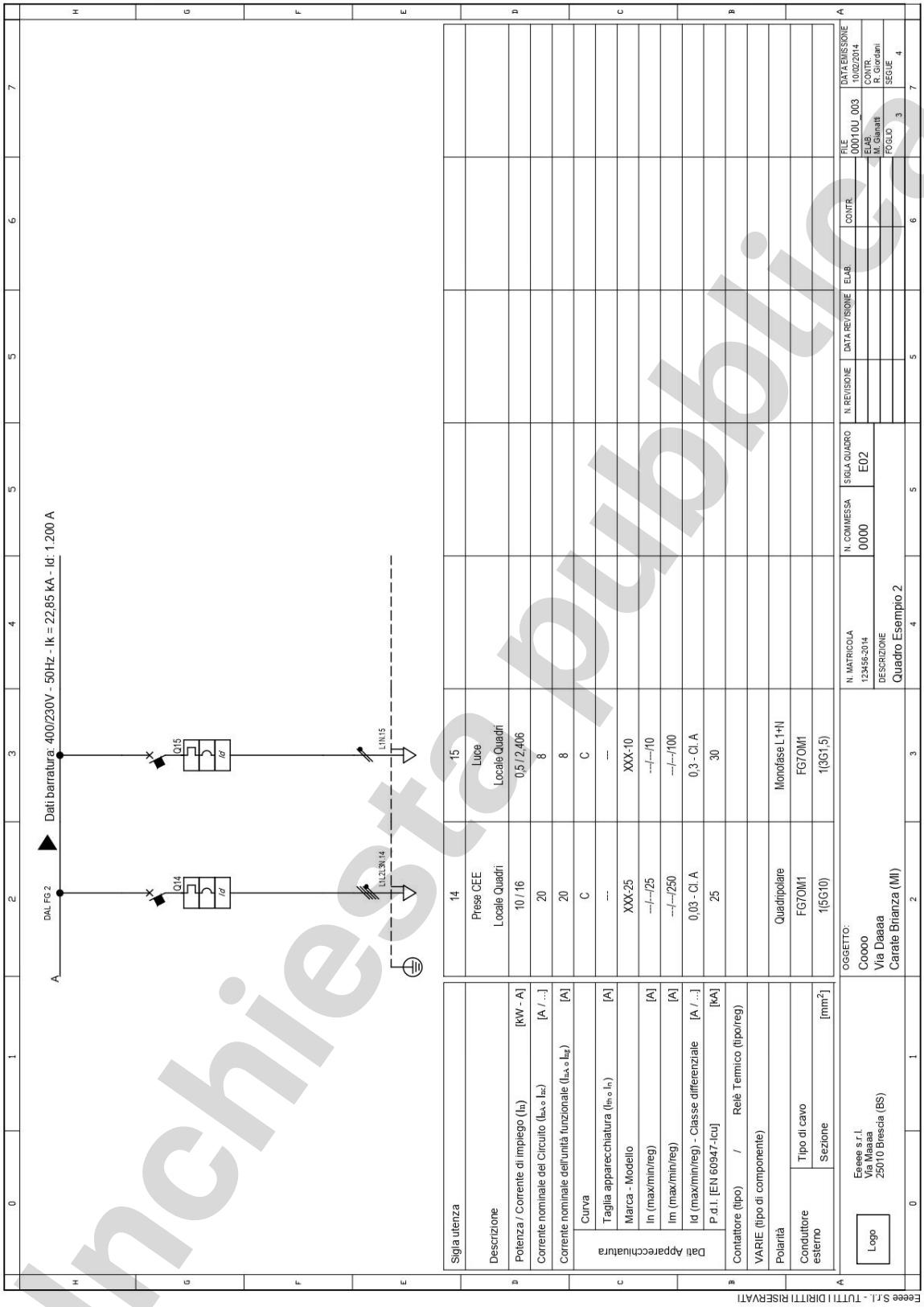
Inchiesta pubblica

Segue: **Schema unifilare e tabella materiali** (definite dal costruttore)



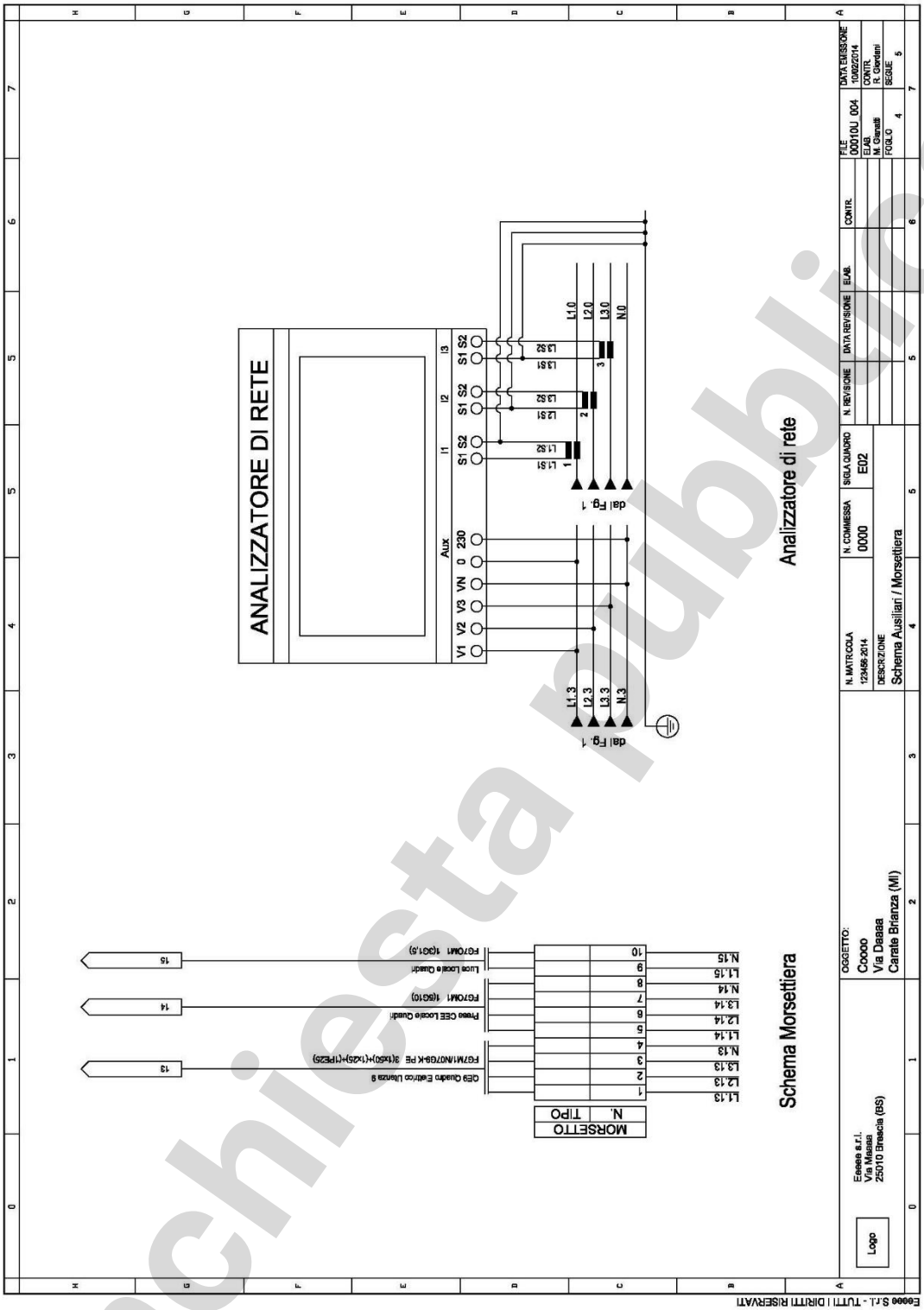
Inchiesta pubblica

Segue: **Schema unifilare e tabella materiali** (definite dal costruttore)



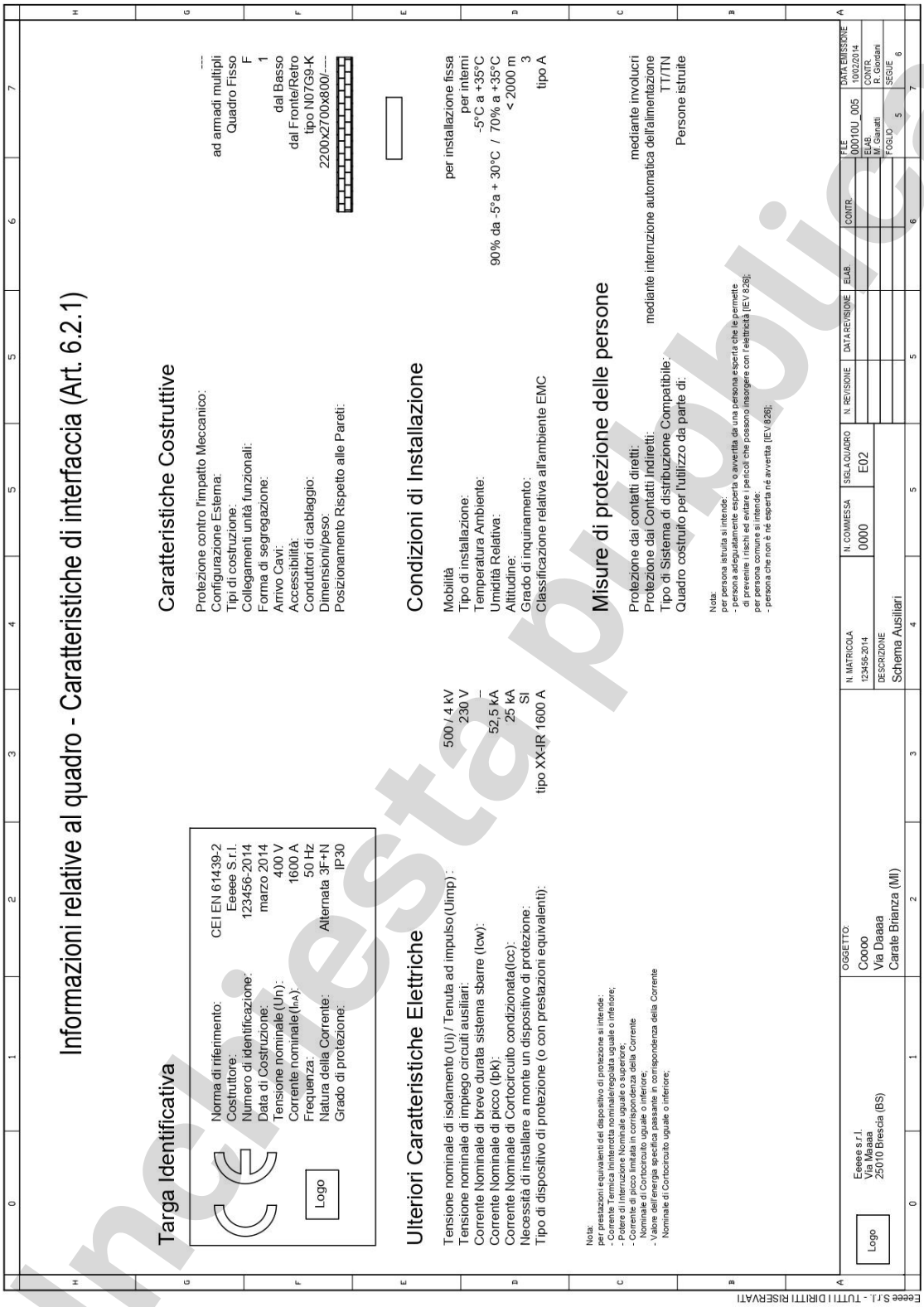
Inchiesta pubblica

D.5 Schema morsettiera e analizzatore di rete (definiti dal costruttore)



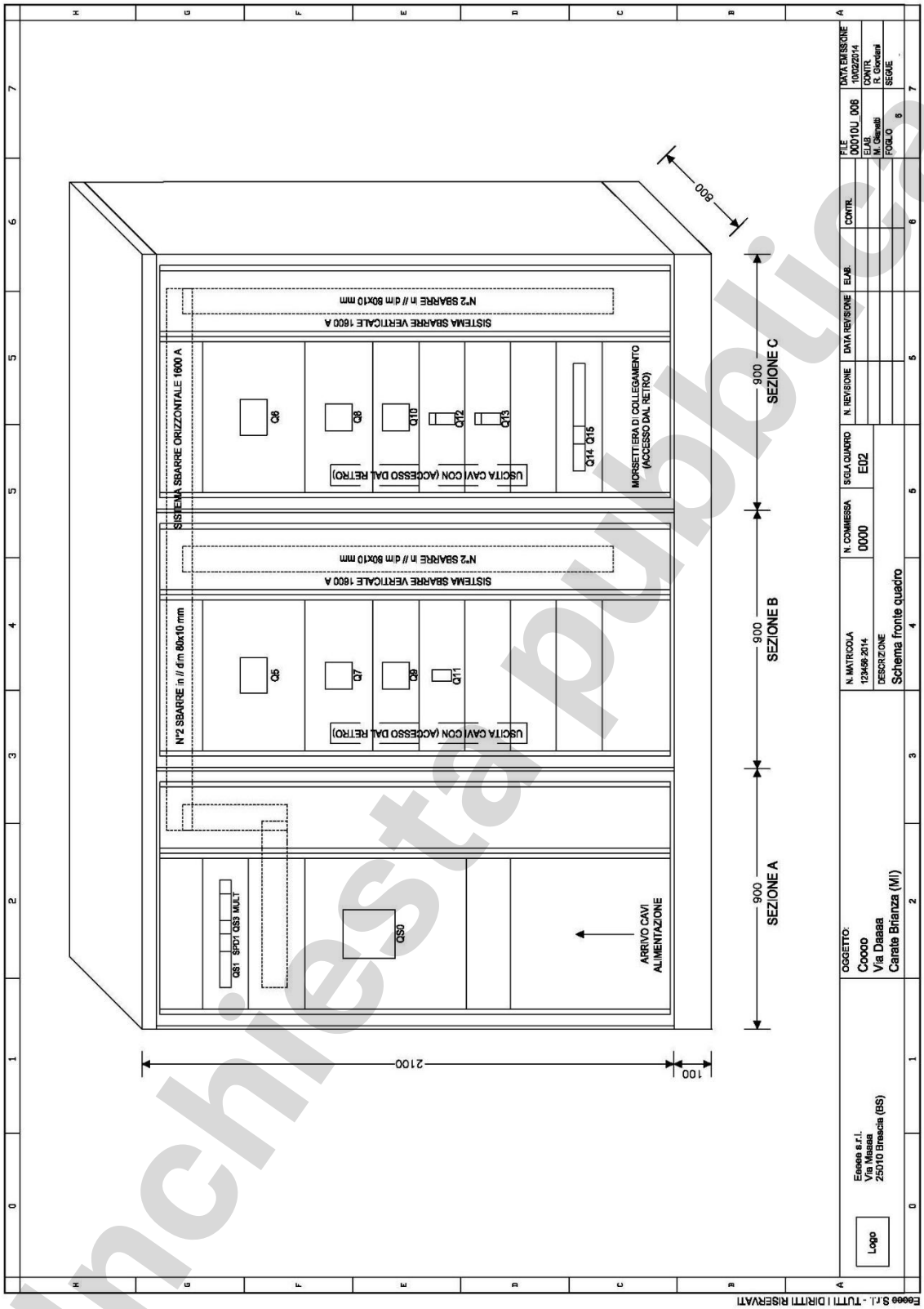
Inchiesta pubblica

D.6 Informazioni relative al quadro – Caratteristiche di interfaccia (definite dal costruttore)



Inchiesta pubblica

D.7 Fronte quadro e dimensioni di ingombro



Inchiesta pubblica

In analogia con l'esempio precedente, si nota come nei disegni del costruttore siano stati completati i seguenti campi:

- corrente nominale del circuito I_{nA} o I_{nc};
- corrente nominale dell'unità funzionale I_{nA} o I_{ng};
- marca e modello delle apparecchiature;

Inoltre gli schemi sono stati integrati con i seguenti fogli:

- schemi circuiti ausiliari e morsettiere;
- informazioni relative al quadro, ovvero le caratteristiche di interfaccia (Art. 6.2.1 CEI EN IEC 61439-1);
- fronte quadro con dimensioni di ingombro, disposizione sistema sbarre e apparecchiature.

D.8 Verifica delle sovratemperature con il calcolo della Norma CEI IEC TR 60890(vedi CEI EN 61439-1, 10.10.4.2)

Questo metodo si applica ad un quadro con scomparto multiplo con corrente nominale non superiore a 1 600 A e frequenze nominali fino a 60 Hz e si effettua con il calcolo della Norma CEI 17-43.

La verifica della sovratemperatura può essere eseguita se sono soddisfatte le condizioni di 10.10.4 3.1 della Norma CEI EN IEC 61439-1.

Si determinano le sovratemperature caricando i circuiti di uscita con la loro corrente nominale I_{ng} fino a che la loro somma non superi la corrente nominale I_{nA}, fino a trovare la condizione più gravosa.

Per poter calcolare le sovratemperature con il metodo di calcolo definito dalla Norma CEI IEC TR 60890 si divide il quadro in tre sezioni (A, B e C).

- **Sezione A**: corrisponde alla prima colonna con arrivo cavi di alimentazione e interruttore generale con corrente nominale I_{nA} di 1 600 A;
- **Sezione B**: corrisponde alla seconda colonna con 4 circuiti la somma delle I_{ng} è pari a 1288 A;
- **Sezione C**: corrisponde alla terza colonna con 7 circuiti la somma delle I_{ng} è pari a 1 396 A;

La configurazione più gravosa possibile (riferita ad ogni sezione) dovrà considerare tutti i circuiti caricati alla loro I_{na}/I_{ng}, in quanto:

- la sezione A si compone del solo interruttore generale che si deve considerare percorso dalla I_{nA},
- la sezione B e C presentano la sommatoria delle I_{ng} dei circuiti inferiore a 1 600 A e pertanto, considerando singolarmente le sezioni, tutti i circuiti possono essere caricati alla loro I_{ng} senza superare la corrente in entrata.

Il procedimento di calcolo si svolge nelle seguenti fasi.

a) Calcolo della potenza dissipata dalle sbarre/cavi di alimentazione dei circuiti (D.8.1).
b) Calcolo della potenza dissipata dai componenti installati della Sezione A (D.8.2).
c) Calcolo della potenza dissipata dai componenti installati nella Sezione B (D.8.3).
d) Calcolo della potenza dissipata dei componenti installati nella Sezione C (D.8.4).
e) Calcolo delle sovratemperature con la Norma CEI IEC TR 60890 della Sezione A (D.8.5).
f) Calcolo delle sovratemperature con la Norma CEI IEC TR 60890 della Sezione B (D.8.6).
g) Calcolo delle sovratemperature con la Norma CEI IEC TR 60890 della Sezione C (D.8.7).
h) Verifica dei risultati ottenuti dal calcolo (D.8.8).
i) Declassamento in temperatura degli interruttori all'interno del quadro (D.8.9).
j) Conclusioni (D.8.10).

Inchiesta pubblica

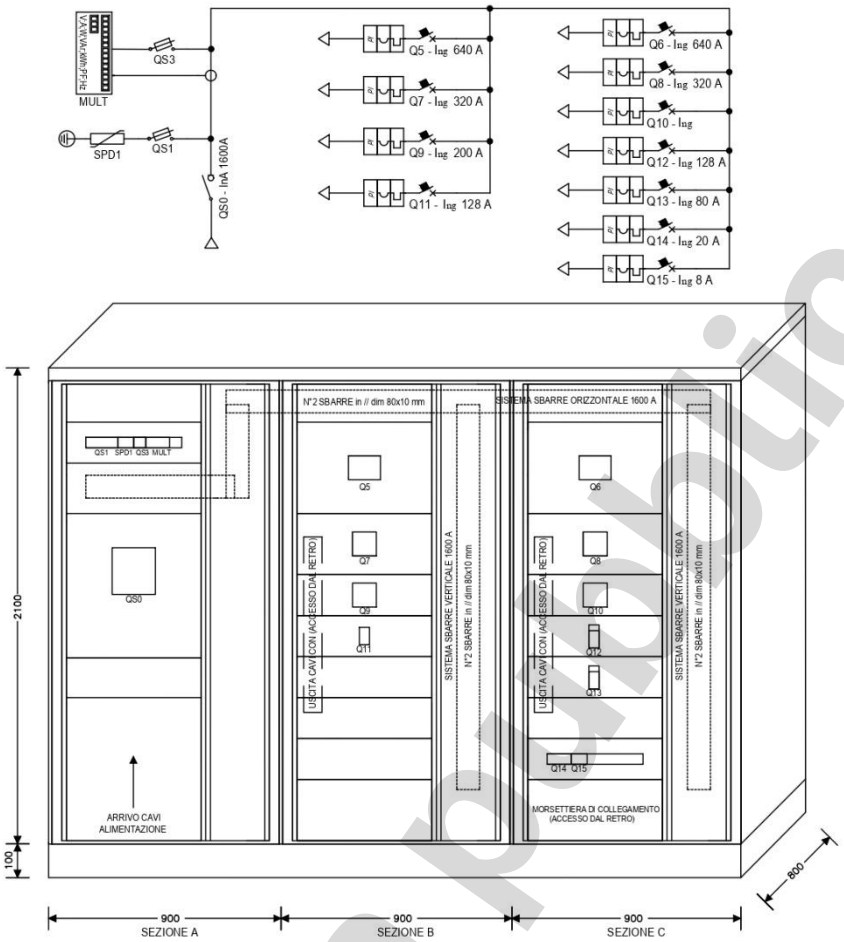


Figura D.1 – Schema e fronte quadro (Fronte E02-2)

D.8.1 Potenza dissipata dalle sbarre/cavi di alimentazione circuiti

Per la scelta delle sbarre si utilizza la Tabella K1 e la Tabella K2 dell'Allegato K della Norma CEI EN IEC 61439-1, si considera una temperatura interna al quadro pari a 60 °C e una temperatura del conduttore pari a 90 °C, la portata dei conduttori dovrà essere almeno pari al 125 % della corrente nominale (I_{nA} o I_{ng}).

Per i valori di portata delle sbarre fare riferimento alle tabelle inserite nell' Allegato C.

Per il calcolo della potenza dissipata si utilizza la seguente formula:

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right]$$

dove:

P_v è la potenza dissipata per metro;

I è la corrente di servizio, I_{ng} in Ampere;

k_3 è il fattore di distribuzione della corrente (TabellaK.1 della Norma CEI EN IEC 61439-1, riportata in Allegato C);

K è la conduttività del rame K= 56 mΩxmm^2;

A è la sezione della sbarra (TabellaK.1 della Norma CEI EN IEC 61439-1, riportata in Allegato C);

α è il coefficiente di variazione della resistenza con la temperatura, α = 0,004 K^{-1};

T_c è la temperatura del conduttore, T_c = 90°C.

Inchiesta pubblica

Per **l'interruttore da 2 000 A** si utilizza un sistema composto da 2 sbarre da (80×10) mm (1598 mm^2, da Tabella K1 della Norma CEI EN IEC 61439-1, riportata in Allegato C) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 2 030 A, per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{nA} (1 600 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 46{,}50\ \text{W/m}$$

Per **l'interruttore da 800 A** si utilizza un sistema composto da 2 sbarre da (50×5) mm (498 mm^2) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 956 A, per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} (640 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 20{,}49\ \text{W/m}$$

Per **l'interruttore da 400 A** si utilizza un sistema sbarre da (30×10) mm (299 mm^2) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 550 A, per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} (320 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 8{,}22\ \text{W/m}$$

Per gli **interruttori da 250 A** si utilizza un sistema sbarre da (20×5) mm (99,1 mm^2) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 263 A, per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} (200 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 9{,}41\ \text{W/m}$$

Per gli **interruttori da 160 A** si utilizza un sistema sbarre da (20×3) mm (59,5 mm^2) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 196 A, per temperatura interna al quadro pari a 60°C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} g (128 A).

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 6{,}36\ \text{W/m}$$

Per la scelta dei conduttori di cablaggio si utilizza la IEC 60364-5-52:

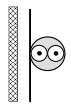
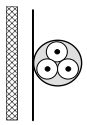
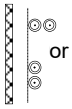
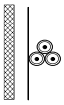
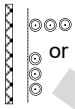
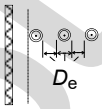
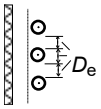
- Tabella B.52.12 per la portata dei cavi unipolari spaziati in EPR;
- Tabella B.52.5 per la portata dei cavi unipolari in aria libera o canalina perforata;
- Tabella B.52.14 per il fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 20°C;
- Tabella B.52.17 per il fattore di riduzione per più circuiti o più cavi multipolari.

La portata dei conduttori dovrà essere almeno pari al 125 % della corrente nominale (I_{nA} I_{ng}).

Inchiesta pubblica

IEC 60364-5-52 - Tabella B.52.12 portata dei cavi unipolari spaziati in EPR

Table B.52.12 – Current-carrying capacities in amperes for installation methods E, F and G of Table B.52.1 – XLPE or EPR insulation, copper conductors – Conductor temperature: 90 °C, reference ambient temperature: 30 °C

Nominal cross-sectional area of conductor mm²	Installation methods of Table B.52.1						
	Multi-core cables		Single-core cables				
	Two loaded conductors	Three loaded conductors	Two loaded conductors touching	Three loaded conductors trefoil	Three loaded conductors, flat		
					Touching	Spaced	
						Horizontal	Vertical
							
	Method E	Method E	Method F	Method F	Method F	Method G	Method G
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	–	–	–	–	–
2,5	36	32	–	–	–	–	–
4	49	42	–	–	–	–	–
6	63	54	–	–	–	–	–
10	86	75	–	–	–	–	–
16	115	100	–	–	–	–	–
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	–	–	940	823	868	1085	1008
500	–	–	1083	946	998	1253	1169
630	–	–	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

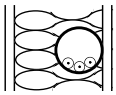
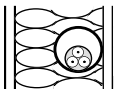
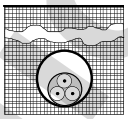
NOTE 1 Circular conductors are assumed for sizes up to and including 16 mm². Values for larger sizes relate to shaped conductors and may safely be applied to circular conductors.

NOTE 2 D_e is the external diameter of the cable.

Inchiesta pubblica

IEC 60364-5-52 - Tabella B.52.5 portata dei cavi unipolari in EPR in aria libera o canalina perforata

Table B.52.5 – Current-carrying capacities in amperes for methods of installation in Table B.52.1 – XLPE or EPR insulation, three loaded conductors/copper or aluminium – Conductor temperature: 90 °C, ambient temperature: 30 °C in air, 20 °C in ground

Nominal cross-sectional area of conductor mm^2	Installation methods of Table B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Copper							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419

Inchiesta pubblica

IEC 60364-5-52 – Tabella B.52.14 per il fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 20°C

Table B.52.14 – Correction factor for ambient air temperatures other than 30 °C to be applied to the current-carrying capacities for cables in the air

Ambient temperature[a] °C	Insulation			
	PVC	XLPE and EPR	Mineral[a]	
			PVC covered or bare and exposed to touch 70 °C	Bare not exposed to touch 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

[a] For higher ambient temperatures, consult the manufacturer.

Inchiesta pubblica

IEC 60364-5-52 – Tabella B.52.17 fattore di riduzione per più circuiti o più cavi multipolari

Table B.52.17 – Reduction factors for one circuit or one multi-core cable or for a group of more than one circuit, or more than one multi-core cable, to be used with current-carrying capacities of Tables B.52.2 to B.52.13

Item	Arrangement (cables touching)	Number of circuits or multi-core cables												To be used with current-carrying capacities, reference
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Bunched in air, on a surface, embedded or enclosed	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 to B.52.13 Methods A to F
2	Single layer on wall, floor or unperforated cable tray systems	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No further reduction factor for more than nine circuits or multicore cables			B.52.2 to B.52.7 Method C
3	Single layer fixed directly under a wooden ceiling	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Single layer on a perforated horizontal or vertical cable tray systems	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				B.52.8 to B.52.13 Methods E and F
5	Single layer on cable ladder systems or cleats etc.,	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTE 1 These factors are applicable to uniform groups of cables, equally loaded.

NOTE 2 Where horizontal clearances between adjacent cables exceeds twice their overall diameter, no reduction factor need be applied.

NOTE 3 The same factors are applied to:
– groups of two or three single-core cables;
– multi-core cables.

NOTE 4 If a system consists of both two- and three-core cables, the total number of cables is taken as the number of circuits, and the corresponding factor is applied to the tables for two loaded conductors for the two-core cables, and to the tables for three loaded conductors for the three-core cables.

NOTE 5 If a group consists of *n* single-core cables it may either be considered as *n*/2 circuits of two loaded conductors or *n*/3 circuits of three loaded conductors.

NOTE 6 The values given have been averaged over the range of conductor sizes and types of installation included in Tables B.52.2 to B.52.13 the overall accuracy of tabulated values is within 5 %.

NOTE 7 For some installations and for other methods not provided for in the above table, it may be appropriate to use factors calculated for specific cases, see for example Tables B.52.20 and B.52.21.

Per gli **interruttori da 100 A** si utilizzano dei cavi unipolari spaziati in EPR da 35 mm^2 con una portata(*) pari a 142 A (201×0,71), per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura massima ammissibile del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} (80 A).

$P_v = I^2_{max} \times R_{20} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20\ °C)] = 3{,}48$ W/m

Per gli **interruttori da 25** A si utilizzano dei cavi unipolari in aria libera o canalina perforata da 6 mm^2 con una portata(*) pari a 29 A (48×0,71×0,88), per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura massima ammissibile del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} (20 A).

$P_v = I^2_{max} \times R_{20} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20\ °C)] = 1{,}28$ W/m

Inchiesta pubblica

Per gli **interruttori da 10 A** si utilizzano dei cavi unipolari in aria libera o canalina perforata da 2,5 mm² con una portata(1) pari a 17 A (28×0,71×0,88) per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura massima ammissibile del conduttore pari a 90 °C.

Si considera la corrente I_{ng} (8 A).

$P_v = I^2_{max} \times R_{20} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20\ °C)] = 0{,}61$ W/m

D.8.2 Calcolo della potenza dissipata dai componenti installati nella sezione A

Tabella D.2 – Potenza dissipata degli apparecchi

Sigla	Descrizione	Corrente nominale del circuito (I_{nA} o I_{ng})	Potenza dissipata per polo P_n (W/p)(*)	N° di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente (W)
Q0	Interruttore 4×2000 A	1600	75 W	3	0,8		**144**
QS 1	Porta fusibile 4×100 A	0	8,5	0	0		**0**
QS 3	Porta fusibile 4×2 A	0	2,2	3	0.8		**4,22**
	Potenza totale dissipata				**148,22 W**		

(*) È la potenza dissipata per polo dell'interruttore alla sua corrente nominale In (dal catalogo del costruttore dell'interruttore).

D.8.2.1 Calcolo della potenza dissipata del sistema sbarre principale

Si utilizza un sistema di 2 sbarre da (80x10) mm (1 598 mm²) di lunghezza complessiva pari a 0,5 m e con portata pari a 2030 A, per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera il tratto percorso da una corrente I_{nA} pari a 1600 A

Per il calcolo della potenza dissipata si utilizza la formula precedente.

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 46{,}50\ \text{W/m}$$

Potenza dissipata sistema sbarre principali Sezione A = 0,5×3×46,50 = 69,75 W.

D.8.2.2 Calcolo della potenza dissipata dalle sbarre dall'alimentazione dell'interruttore QS0

Interruttore QS0

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q0: P_v=0,5×3×1×46,50=69,75 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione del porta fusibile QS3 (non considerata perché ininfluente).

(1) La portata del conduttore è stata calcolata usando come riferimento il contenuto delle note alla Tabella H1 della Norma CEI EN IEC 61439-1, estendendo il processo descritto ai conduttori in XLPE/EPR.

Inchiesta pubblica

D.8.2.3 Calcolo della potenza dissipata dai cavi in ingresso/uscita

Per il calcolo della potenza dissipata dei conduttori in ingresso, sono previsti 5 conduttori per fase in EPR da 240 mm^2 per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura massima ammissibile del conduttore pari a 90 °C. (lunghezza media pari a 1 metro).

Si considera la corrente I_{nA} = 1.600 A pari 1.600/5 per ogni conduttore (320 A).

$P_v = I^2_{max} \times R_{20} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20\ °C)] = 9{,}88$ W/m

La potenza dissipata dai conduttori in ingresso è

$$9{,}88 \times 5 \times 3 = 148{,}2 \text{ W}$$

Potenza complessiva dai cavi di ingresso/uscita dai circuiti: 148,20 W.

D.8.2.4 Potenza totale dei componenti della Sezione A

La potenza complessiva dissipata nella Sezione A è pari a: (148,22 + 69,75 + 69,75 + 148,20).

$$\boldsymbol{P_A = 435{,}92 \text{ W}}$$

D.8.3 Calcolo della potenza dissipata degli apparecchi installati della Sezione B

Tabella D.3 – Potenza dissipata degli apparecchi

Sigla	Descrizione	Corrente nominale del circuito	Potenza dissipata per polo P_n	N° di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente
		(I_{nA} o I_{ng})	(W/p)(*)				(W)
Q5	Interruttore 4x800 A	640	30 W	3	0,8		57,60
Q7	Interruttore 4x400 A	320	18	3	0,8		34,56
Q9	Interruttore 4x250 A	200	16	3	0.8		30,72
Q11	Interruttore 4x160 A	128	10	3	0,8		19,20
	Potenza totale dissipata dagli apparecchi				**142,08 W**		

(*) È la potenza dissipata per polo dell'interruttore alla sua corrente nominale I_n (dal catalogo del costruttore dell'interruttore).

D.8.3.1 Calcolo della potenza dissipata del sistema sbarre

Si utilizza un sistema di 2 sbarre da (80×10) mm (1 598 mm^2) di lunghezza complessiva pari a 0,8 m e con portata pari a 2 030 A, per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera il tratto orizzontale di 0,9 m percorso da una corrente I_{nA} pari a 1 600 A, un secondo tratto verticale di 0,8 m percorso da una corrente di 1 288 A ed un terzo tratto (interessato dalla metà della corrente della sezione B) percorso da una corrente di 644 A.

Inchiesta pubblica

Calcolo della potenza dissipata 1° Tratto

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 46{,}50 \text{ W/m}$$

Potenza dissipata dal 1° Tratto sistema sbarre principali Sezione B = 0,9×3×46,50 = 125,55 W.

Calcolo della potenza dissipata 2° Tratto

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 30{,}14 \text{ W/m}$$

Potenza dissipata dal 2° Tratto sistema sbarre principali Sezione B = 0,8×3×30,14 = 72,34 W.

Calcolo della potenza dissipata 3° Tratto

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 7{,}53 \text{ W/m}$$

Potenza dissipata dal 3° Tratto sistema sbarre principali Sezione B = 0,8×3×7,53 = 18,08 W.

La totale potenza dissipata sistema sbarre principali Sezione B è di **215,97 W.**

D.8.3.2 Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione degli interruttori derivati

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q5: P_v = 0,5×3×1×20,49 = 30,74 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q7: P_v = 0,5×3×1×8,22 = 12,33 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q9: P_v = 0,5×3×1×9,41 = 14,12 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q11: P_v = 0,5×3×1×6,36 = 9,54 W.

Potenza complessiva delle sbarre/cavi di alimentazione degli interruttori è di **66,73 W**.

D.8.3.3 Potenza dissipata dai cavi di uscita dei circuiti derivati

Per il calcolo della potenza dissipata dei conduttori in uscita dagli interruttori, con buona approssimazione la si può considerare pari al doppio della potenza complessiva di sbarre e cavi di alimentazione degli stessi (lunghezza media pari a 1 metro) e pertanto:

la potenza complessiva dai cavi di uscita dai circuiti derivati è di **133,46 W.**

Inchiesta pubblica

D.8.3.4 Potenza complessiva dissipata dai componenti della Sezione B

La potenza complessiva dissipata nella Sezione B risulta essere pari a **558,24 W.**

D.8.4 Potenza dissipata dai componenti installati nella sezione C

Tabella D.4 – Potenza dissipata degli apparecchi

Sigla	Descrizione	Corrente nominale del circuito (I_{nA} o I_{ng})	Potenza dissipata per polo P_n (W/p)(*)	N° di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente (W)
Q6	Interruttore 4×800 A	640	30	3	0,8		**57,60**
Q8	Interruttore 4×400 A	320	18	3	0,8		**34,56**
Q10	Interruttore 4×250 A	200	16	3	0.8		**30,72**
Q12	Interruttore 4×160 A	128	10	3	0.8		**19,20**
Q13	Interruttore 4×100 A	80	8	3	0.8		**15,36**
Q14	Interruttore 4×25 A	20	4	3	0.8		**7,68**
Q15	Interruttore 4×10 A	8	2	2	0.8		**2,56**
	Potenza totale dissipata dagli apparecchi				**167,68 W**		

(*) È la potenza dissipata per polo dell'interruttore alla sua corrente nominale I_n (dal catalogo del costruttore dell'interruttore).

D.8.4.1 Potenza dissipata dal sistema sbarre principale

Si utilizza un sistema di 2 sbarre da (80×10) mm (1598 mm^2) di lunghezza complessiva pari a 2,5 m e con portata pari a 2 030 A, per temperatura interna al quadro pari a 60 °C e temperatura del conduttore pari a 90 °C.

Si considera un primo tratto di 1,7 m (tratto orizzontale di 0,9 m più 1° tratto verticale di 0,8 m) percorso da una corrente pari a 1396 A, un secondo tratto di 0,8 m percorso da una corrente di 698 A.

Calcolo della potenza dissipata 1° Tratto

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 35{,}40\ \text{W/m}$$

Potenza dissipata dal 1° Tratto sistema sbarre principali = 1,7×3×35,40 = 180,54 W.

Inchiesta pubblica

Calcolo della potenza dissipata 2° Tratto

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times \left[1 + \alpha \times \left(T_c - 20\,°C\right)\right] = 8{,}85\ W/m$$

Potenza dissipata dal 2° Tratto sistema sbarre principali = 0,8×3×8,85 = 21,24 W.

Totale potenza dissipata sistema sbarre principali Sezione C: **201,78 W.**

D.8.4.2 Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione degli interruttori derivati

Si considerano 0,5 m per gli interruttori scatolati e 0,8 m per gli interruttori modulari.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q6: P_v = 0,5×3×1×20,49 = 30,74 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q8: P_v = 0,5×3×1×8,22 = 12,33 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q10: P_v = 0,5×3×1×9,41 = 14,12 W.

Potenza dissipata dalle sbarre di alimentazione interruttore Q12: P_v = 0,5×3×1×6,36 = 9,54 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione interruttore Q13: P_v = 0,5×3×1×3,48 = 5,22 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione interruttore Q14: P_v = 0,5×3×1×1,28 = 1,92 W.

Potenza dissipata dai cavi di alimentazione interruttore Q15: P_v = 0,5×2×1×0,61 = 0,61 W.

Potenza complessiva delle sbarre/cavi di alimentazione degli interruttori: **74,48 W.**

D.8.4.3 Potenza dissipata dai cavi di uscita dai circuiti derivati

Per il calcolo della potenza dissipata dei conduttori in uscita dagli interruttori, con buona approssimazione la si può considerare pari al doppio della potenza complessiva di sbarre e cavi di alimentazione degli stessi (lunghezza media pari a 1 m) e pertanto:

potenza complessiva dai cavi di uscita dai circuiti derivati: **148,96 W.**

D.8.4.4 Potenza complessiva dissipata dai componenti nella Sezione C

La potenza complessiva dissipata nella Sezione C risulta essere pari a:

(167,68 + 201,78 + 74,48 + 148,96) = **592,90 W**

Inchiesta pubblica

D.8.5 Calcolo delle sovratemperature con la Norma CEI IEC TR 60890 della Sezione A

Moduli di calcolo norma CEI 17-43:
Quadro: CEI-E02-2014 - Sezione A

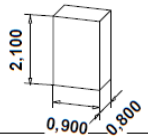
Calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro

Cliente/impianto**Coooo -**

Tipo di involucro - **Primo o ultimo involucro**

Dimensioni significative per la sovratemperatura	Altezza	**2.100** mm	Tipo installazione **di tipo esposto**	
	Larghezza	**900** mm	Apertura di ventilazione	**Si**
	Profondità	**800** mm	Numero di diaframmi orizzontali	**0**

Superficie di raffredd. effettiva



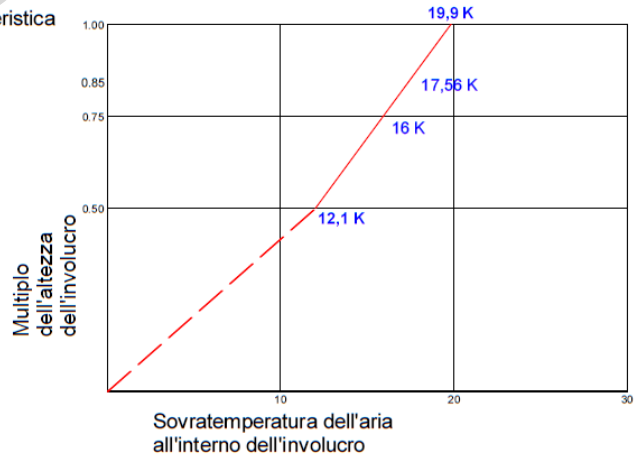
	Dimensioni	A_o	Fattore di superficie *b* secondo la Tab. 3	A_c x *b* (Colonna 3) x (Colonna 4)
	m x m	m²		m²
	2	3	4	5
Parte superiore	**0,900 x 0,800**	**0,720**	**1,4**	**1,008**
Parte anteriore	**0,900 x 2,100**	**1,890**	**0,9**	**1,701**
Parte posteriore	**0,900 x 2,100**	**1,890**	**0,9**	**1,701**
Lato sinistro	**0,800 x 2,100**	**1,680**	**0,5**	**0,840**
Lato destro	**0,800 x 2,100**	**1,680**	**0,9**	**1,512**
A_e = $\sum(A_o \times b)$ = Totale				**6,762**

Con superficie di raffreddamento effettiva Ae_e

Superiore a 1,25 m²	Inferiore o uguale a 1,25 m²
$f = \frac{h^{1,35}}{A_b}$ (vedi 5.2.3)	$g = \frac{h}{w}$ (vedi 5.2.3)
$= \frac{2,100^{1,35}}{0,900 \times 0,800} = 3,781$	= ——— =

Aperture d'entrata aria	cm²	**120**
Costante d'involucro *k*		**0,156**
Fattore *d*		**1,0**
Potenza dissipata effettiva *P*	W	**436,0**
$P^x = P^{0,715}$		**77,13**
$\Delta t_{0,5} = k \cdot d \cdot P^x$	K	**12,053 ≅ 12,1** K
Fattore di distribuzione della temperatura *c*		**1,65**
$\Delta t_{1,0} = c \cdot \Delta t_{0,5}$	K	**19,854 ≅ 19,9** K

Curva caratteristica



Eeeee S.r.l.

Inchiesta pubblica

D.8.6 Calcolo delle sovratemperature con la Norma CEI IEC TR 60890 della Sezione B

Moduli di calcolo norma CEI 17-43:
Quadro: CEI-E02-2014 - Sezione B

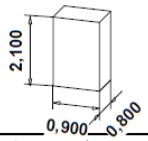
Calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro

Cliente/impianto**Coooo -**

Tipo di involucro - **Involucro centrale**

Dimensioni significative per la sovratemperatura	Altezza	2.100 mm	Tipo installazione	esposto
	Larghezza	900 mm	Apertura di ventilazione	SI
	Profondità	800 mm	Numero di diaframmi orizzontali	0

Superficie di raffredd. effettiva



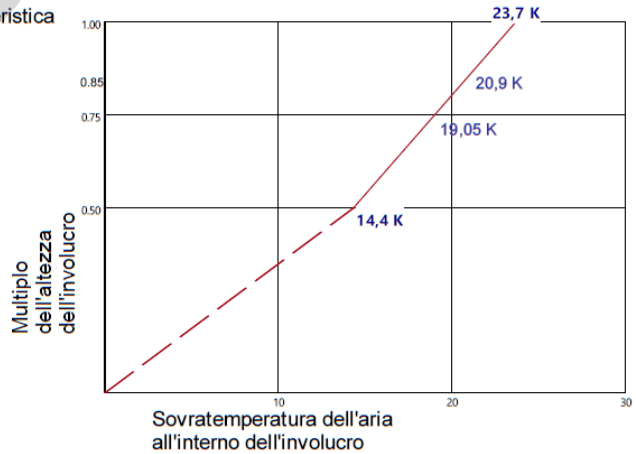
	Dimensioni	A_o	Fattore di superficie *b* secondo la Tab. 3	A_o x *b* (Colonna 3) x (Colonna 4)
	m x m	m²		m²
	2	3	4	5
Parte superiore	0,900 x 0,800	0,720	1,4	1,008
Parte anteriore	0,900 x 2,100	1,890	0,9	1,701
Parte posteriore	0,900 x 2,100	1,890	0,9	1,701
Lato sinistro	0,800 x 2,100	1,680	0,5	0,840
Lato destro	0,800 x 2,100	1,680	0,5	0,840
$A_e = \sum (A_o \times b)$ = Totale				6,090

Con superficie di raffreddamento effettiva Ae_e

Superiore a 1,25 m²	Inferiore o uguale a 1,25 m²
$f = \frac{h^{1,35}}{A_b}$ (vedi 5.2.3) $= \frac{2,100^{1,35}}{0,900 \times 0,800} = 3,781$	$g = \frac{h}{w}$ (vedi 5.2.3) $= \frac{}{} =$

Aperture d'entrata aria	cm²	120
Costante d'involucro *k*		0,156
Fattore *d*		1,0
Potenza dissipata effettiva *P*	W	558,0
$F_x = P^{0,715}$		92,01
$\Delta t_{0,5} = k \cdot d \cdot F_x$	K	14,378 ≅ 14,4 K
Fattore di distribuzione della temperatura *c*		1,65
$\Delta t_{1,0} = c \cdot \Delta t_{0,5}$	K	23,684 ≅ 23,7 K

Curva caratteristica



Eeeee S.r.l.

Inchiesta pubblica

D.8.7 Calcolo delle sovratemperature con la Norma CEI IEC TR 60890 della Sezione C

Moduli di calcolo norma CEI 17-43:
Quadro: CEI-E02-2014 - Sezione C

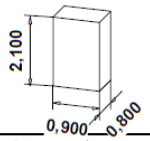
Calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro

Cliente/impianto**Coooo -**

Tipo di involucro - **Primo o ultimo involucro**

Dimensioni significative per la sovratemperatura	Altezza	2.100 mm	Tipo installazione	esposto
	Larghezza	900 mm	Apertura di ventilazione	SI
	Profondità	800 mm	Numero di diaframmi orizzontali	0

Superficie di raffredd. effettiva



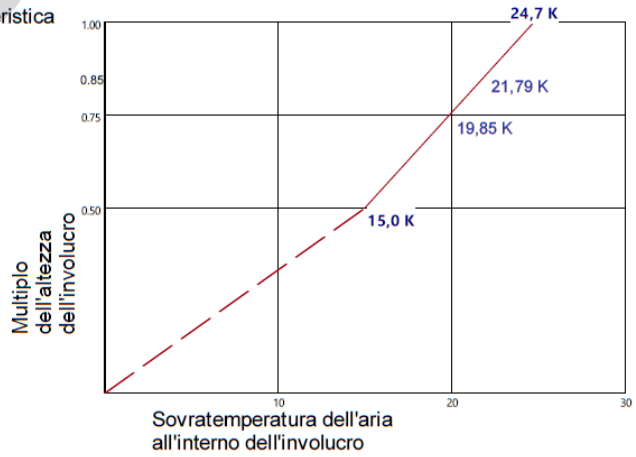
	Dimensioni	A_o	Fattore di superficie *b* secondo la Tab. 3	A_o x *b* (Colonna 3) x (Colonna 4)
	m x m	m²		m²
	2	3	4	5
Parte superiore	0,900 x 0,800	0,720	1,4	1,008
Parte anteriore	0,900 x 2,100	1,890	0,9	1,701
Parte posteriore	0,900 x 2,100	1,890	0,9	1,701
Lato sinistro	0,800 x 2,100	1,680	0,5	0,840
Lato destro	0,800 x 2,100	1,680	0,9	1,512
A_e = $\sum(A_o \times b)$ = Totale				6,762

Con superficie di raffreddamento effettiva Ae_e

Superiore a 1,25 m²	Inferiore o uguale a 1,25 m²
$f = \frac{h^{1,35}}{A_b}$ (vedi 5.2.3) $= \frac{2,100^{1,35}}{0,900 \times 0,800} = 3,781$	$g = \frac{h}{w}$ (vedi 5.2.3) = — =

Aperture d'entrata aria	cm²	120
Costante d'involucro *k*		0,156
Fattore *d*		1,0
Potenza dissipata effettiva *P*	W	593,0
$P^x = P^{0,715}$		96,10
$\Delta t_{0,5} = k \cdot d \cdot P^x$	K	15,017 ≅ 15,0 K
Fattore di distribuzione della temperatura *c*		1,65
$\Delta t_{1,0} = c \cdot \Delta t_{0,5}$	K	24,737 ≅ 24,7 K

Curva caratteristica



Eeeee S.r.l.

Inchiesta pubblica

D.8.8 Verifica dei risultati ottenuti dal calcolo

Il quadro è verificato se la temperatura calcolata all'altezza di installazione di ogni apparecchio non supera la temperatura ammissibile dell'aria ambiente come dichiarato dal costruttore dell'apparecchio, verificando inoltre che i declassamenti in temperatura indicati dal costruttore siano compatibili con la corrente nominale dichiarata (I_{nA} o I_{ng}) dei circuiti relativi.

D.8.8.1 Sezione A

Sistemi sbarre: I sistemi sbarre sono stati calcolati considerando una temperatura interna al quadro pari a 60 °C, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in cima all'involucro pari a 19,9 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui sono installate le sbarre è pari a 54,9 °C e pertanto inferiore a quella utilizzata per i calcoli.

Analizzatore di rete: L'analizzatore di rete è installato nella parte alta dell'involucro (≤ 0,85H), dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto pari a 17,56 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 52,56 °C, da catalogo del costruttore la temperatura di funzionamento del multimetro va da - 25 °C fino a +55 °C.

SPD e portafusibili: Gli SPD e i portafusibili sono installati nella parte alta dell'involucro (≤ 0,85H), dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto pari a 17,56 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui sono installati il componente è pari a 52,56 °C, da catalogo del costruttore la temperatura di funzionamento degli SPD va da -40 °C fino a +80 °C, mentre i fusibili non vengono considerati in quanto non sono percorsi da correnti significative.

Interruttore QS0: L'interruttore è installato tra la parte alta e la parte centrale dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,75H) pari a 16 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 51 °C.

D.8.8.2 Sezione B

Sistemi sbarre: I sistemi sbarre sono stati calcolati considerando una temperatura interna al quadro pari a 60 °C, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in cima all'involucro pari a 23,7 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui sono installate le sbarre è pari a 58,7 °C e pertanto inferiore a quella utilizzata peri calcoli.

Interruttore Q5 (I_{th} 800 A, I_{ng} 640 A): L'interruttore è installato nella parte alta dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,85H), pari a 20, 9 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 55,9 °C.

Interruttore Q7 (I_{th} 400 A, I_{ng} 320 A): L'interruttore è installato nella parte alta dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (0,75H) pari a 19,05 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 54,05 °C.

Interruttore Q9 (I_{th} 250 A, I_{ng} 200 A): L'interruttore è installato nella parte centrale dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,5H) pari a 14,4 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 49,4 °C.

Interruttore Q11 (I_{th} 160 A, I_{ng} 128 A): L''interruttore è installato nella parte centrale dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,5H) pari a 14,4 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 49,4 °C.

Inchiesta pubblica

D.8.8.3 Sezione C

Sistemi sbarre: I sistemi sbarre sono stati calcolati considerando una temperatura interna al quadro pari a 60 °C, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in cima all'involucro pari a 24,7 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui sono installate le sbarre è pari a 59,7 °C e pertanto inferiore a quella utilizzata per i calcoli.

Interruttore Q6 (I_{th} 800 A, I_{ng} 640 A): L'interruttore è installato nella parte alta dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,85H), pari a 21,79 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 56,79 °C.

Interruttore Q8 (I_{th} 400 A, I_{ng} 320 A): L'interruttore è installato nella parte alta dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (0,75H) pari a 19,85 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 54,85 °C.

Interruttore Q10 (I_{th} 250 A, I_{ng} 200 A): L'interruttore è installato nella parte centrale dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,5H) pari a 15,50 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 50 °C.

Interruttore Q12 (I_{th} 160 A, I_{ng} 128 A): L'interruttore è installato nella parte centrale dell'involucro, dal grafico della sezione si rileva una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,5H) pari a 15,50 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 50 °C.

Interruttore Q13 (I_{th} 100 A, I_{ng} 80 A): L'interruttore è installato nella parte bassa dell'involucro, dal grafico della sezione si in ogni caso una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,25H) pari a 7,50 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 42,50 °C.

Interruttore Q14 (I_{th} 25 A, I_{ng} 20 A): L'interruttore è installato nella parte bassa dell'involucro, dal grafico della sezione si in ogni caso una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,25H) pari a 7,50 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 42,50 °C.

Interruttore Q15 (I_{th} 10 A, I_{ng} 8 A): L'interruttore è installato nella parte bassa dell'involucro, dal grafico della sezione si in ogni caso una sovratemperatura in questo punto (≤ 0,25H) pari a 7,50 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 42,50 °C.

Le sovratemperature dedotte per i componenti installati nelle sezioni A, B e C sono nei limiti ammessi dalle norme.

D.8.9 Declassamento in temperatura degli interruttori all'interno del quadro

Da catalogo del costruttore degli apparecchi, si rileva la massima temperatura degli apparecchi alle varie temperature (declassamento degli apparecchi in quadro).

Inchiesta pubblica

Tabella D.5 – Declassamento degli apparecchi in quadro

Sigla circuito	Apparecchio	I_{ng} o I_{nA} (A)	I_n o I_{th} a 40 °C (A)	I_{max} a 50 °C (1) (A)	I_{max} a 60 °C (1) (A)	I_{max} a 65 °C (A)
QS0	Interruttore 4x2000 A	**1 600**	2 000	2 000	**2 000**	1 900
Q5 e Q6	Interruttore 4x800 A	**640**	800	680	**640**	610
Q7 e Q8	Interruttore 4x400 A	**320**	400	380	**350**	310
Q9	Interruttore 4x250 A	**200**	250	**240**	227	220
Q10	Interruttore 4x250 A	**200**	250	**240**	227	220
Q11	Interruttore 4x160 A	**128**	160	**150**	138	130
Q12	Interruttore 4x160 A	**128**	160	**150**	138	130
Q13	Interruttore 4x100 A	**80**	100	**94**	88	84
Q14	Interruttore 4x25 A	**20**	25	**25**	20	18
Q15	Interruttore 2x10 A	**8**	10	**10**	9	8,5

La temperatura di riferimento degli apparecchi(2) in quadro è la minima temperatura che soddisfa l'equazione $I_{max} \geq I_{ng}$ **x RDF**.

D.8.10 Conclusioni

Visti i risultati delle verifiche puntuali si può pertanto affermare che il quadro ha passato la verifica termica in ottemperanza a quanto richiesto dal par. 10.10.4.3.

D.9 Verifica al corto circuito

D.9.1 Verifica mediante confronto con il progetto di riferimento

La verifica al corto circuito si effettua mediante comparazione con il progetto di riferimento mediante utilizzando la lista di controllo di cui alla Tabella 13 della CEIEN IEC 61339-1 in ottemperanza a quanto richiesto dai paragrafi 10.5.3.3 e 10.11.3.

(1) Le correnti in grassetto sono quelle da confrontare per determinare la temperatura massima degli apparecchi in quadro, che nel nostro caso risulta pari a 60 °C nella parte alta e 50°C nella parte bassa dell'involucro.

(2) La massima temperatura di funzionamento dei dispositivi differenziali associati agli interruttori (per il caso in oggetto) è pari alla massima temperatura di declassamento per gli interruttori scatolati e pari a 55 °C per gli interruttori modulari.

Inchiesta pubblica

Verifica mediante utilizzo di Tabella 13

Riferi-mento No.	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?	X	
2	Le dimensioni delle sezioni delle sbarre e dei conduttori di ogni circuito del quadro da verificare sono maggiori o uguali a quelle del progetto di riferimento?	X	
3	Le distanze tra gli assi delle sbarre e dei conduttori di ogni circuito del quadro da verificare sono maggiori o uguali a quelle del progetto di riferimento?	X	
4	Le sbarre e i sistemi di fissaggio dei conduttori di ogni circuito del quadro da verificare sono dello stesso tipo, forma e materiale ed hanno la stessa o una minore distanza tra gli assi per tutta la lunghezza della sbarra e del conduttore del progetto di riferimento? Le sbarre e i sistemi di fissaggio dei conduttori hanno le stesse caratteristiche di progetto e tenuta meccanica?	X X	
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?	X	
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? [(a)]: Inoltre, i dispositivi di protezione contro il corto-circuito del quadro sotto esame: • hanno un potere di interruzione non inferiore alle caratteristiche nominali di cortocircuito del quadro, alla tensione nominale di impiego del quadro? • nel caso di un dispositivo di protezione limitatore di corrente: prevedono una corrente di picco limitata ed un'energia lasciata passare uguali o inferiori a quelli del progetto di riferimento alla corrente nominale di cortocircuito ed alla tensione nominale di impiego del quadro? • in caso di dispositivo di non limitazione della corrente: prevedono una corrente nominale ammissibile di breve durata I_{cw} uguale o superiore a quella del progetto di riferimento? • rispettano i requisiti di coordinamento con i dispositivi a monte ed a valle (vedi 9.3.4), se richiesto? • hanno la stessa disposizione installativa del progetto di riferimento?	X X X X X	
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?	X	
8	Se il quadro da verificare comprende un involucro, anche il progetto di riferimento comprendeva un involucro quando è stato verificato con la prova?	X	
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?	X	
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?	X	

(a) 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, rispetto a quelli della serie usata per la verifica, ad esempio per quanto concerne le caratteristiche di limitazione (I^2t, I_{lt}), e le distanze critiche.

Per il punto 9, per stesso tipo di progetto si intende che l'involucro abbia almeno la stessa o superiore resistenza meccanica sia per quanto riguarda l'involucro (struttura, pannelli e sportelli) sia per quanto riguarda il sistema di ancoraggio dei supporti sbarra.

Per il punto 10, per stesso progetto meccanico si intende le celle di ogni circuito del quadro abbiano almeno la stessa o superiore resistenza meccanica.

Inchiesta pubblica

D.9.2 Conclusioni

Visto che si è risposto "SI" a tutte le prescrizioni, non è richiesta alcuna verifica addizionale, si può pertanto affermare che il quadro ha passato la verifica al corto circuito in ottemperanza a quanto richiesto dai paragrafi 10.5.3.3 e 10.11.3. della CEI EN IEC 61439-1.

D.10 Verifiche di progetto

Tabella D.6 – Elenco delle verifiche di progetto effettuate
(Vedi Tabella D.1 della CEI EN 61439-1)

N°	Caratteristiche da verificare	Paragrafo	Opzione scelta	Note
1	Resistenza alla corrosione	10.2.2	Verifica mediante prove	Si utilizza un involucro conforme alla CEI EN 62208 provato secondo 10.2.2.2 (prova di severità A)
	Stabilità termica	10.2.3.1	–	Non applicabile (si utilizza un involucro in metallo)
	Resistenza dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco che si verifica per natura elettrica	10.2.3.2	Verifica mediante valutazione	Si utilizzano accessori e parti di quadro provati dal fornitore del materiale isolante e dallo stesso dichiarati conformi alle prescrizioni di 8.1.3.2.3
	Resistenza alla radiazione ultravioletta (UV)	10.2.4	–	Non applicabile - quadro per interno
	Sollevamento	10.2.5	Verifica mediante prove	Si utilizza un involucro conforme alla CEI EN 62208 provato secondo 10.2.5
	Impatto meccanico	10.2.6	–	Nessuna prescrizione richiesta da parte dell'utilizzatore
	Marcature	10.2.7	Verifica mediante prove	Si utilizzano etichette e sistemi di marcatura provati secondo 10.2.7
	Funzionamento meccanico	10.2.8	Verifica mediante prove	Involucro conforme alla CEI EN 62208 e provato secondo 10.2.8 della CEI EN 61439-1 – si verifica inoltre, che non siano presenti dispositivi (già collaudati secondo la rispettiva norma di prodotto), il cui funzionamento meccanico sia stato modificato rispetto a quanto indicato dal costruttore del dispositivo
2	Grado di protezione degli involucri	10.3	Verifica mediante valutazione	Si utilizza un involucro conforme alla CEI EN 62208, si dovrà effettuare una verifica per assicurarsi che nessuna modifica esterna effettuata comporti il deterioramento del grado di protezione
3	Distanze di isolamento in aria	10.4	Verifica mediante prove	Si dovrà verificare che le distanze di isolamento in aria tra parti attive (fase-fase, fase-neutro, fase-terra e neutro-terra) siano almeno pari a quelle specificate in Tabella 1
4	Distanze di isolamento superficiali	10.4	Verifica mediante prove	Si dovrà verificare che le distanze di isolamento superficiali siano uguali o superiori a quelle specificate in Tabella 2

Inchiesta pubblica

N°	Caratteristiche da verificare	Paragrafo	Opzione scelta	Note
5	Effettiva continuità della messa a terra tra le masse del quadro ed il circuito di protezione	10.5.2	Verifica mediante prove	Si dovrà verificare che le diverse masse del quadro siano effettivamente collegate al terminale per il conduttore di protezione esterno mediante la misura con uno strumento in grado di erogare una corrente di 10 A, la resistenza delle connessioni non deve superare 0,1 Ω
	Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione	10.5.3	Verifica mediante prove	La prova è stata effettuata dal costruttore originale
6	Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti	10.6	Verifica mediante valutazione	La rispondenza alle prescrizioni di progetto per l'installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti, e i requisiti per la compatibilità elettromagnetica devono essere confermate mediante ispezione
7	Circuiti elettrici interni e collegamenti	10.7	Verifica mediante valutazione	La rispondenza alle prescrizioni di progetto dei circuiti elettrici interni ed dei collegamenti deve essere confermata mediante ispezione
8	Terminali per conduttori esterni	10.8	Verifica mediante valutazione	La rispondenza alle prescrizioni di progetto dei terminali per conduttori esterni deve essere confermata mediante ispezione
9	Tensione di tenuta a frequenza di esercizio	10.9.2	Verifica mediante prove	Si dovrà applicare la tensione di prova con valori come richiesto nelle Tabella 8 o 9 con modalità di prova specificato in 10.9.2.3, la prova dovrà essere verificata con i criteri di accettazione di 10.9.2.4
	Tensione di tenuta ad impulso	10.9.3	Verifica mediante valutazione	Si dovrà verificare che le distanze di isolamento in aria tra parti attive (fase-fase, fase-neutro, fase-terra e neutro-terra) siano almeno 1,5 volte superiori a quelle specificate in Tabella 1 (10.9.3.5)
	Involucri realizzati in materiale isolante	10.9.4	-	Involucro metallico - non applicabile
	Maniglie di manovra esterne in materiale isolante	10.9.5	-	Maniglie già provate dal costruttore degli apparecchi
	Conduttori rivestiti in materiale isolante per fornire protezione contro le scosse elettriche	10.9.6	-	Si sono utilizzati conduttori verificati in conformità alla propria norma di prodotto
10	Limiti di sovratemperatura	10.10	Verifica mediante valutazione	Si dovrà verificare che le temperature all'interno del Quadro calcolate con il metodo descritto all'Art. 10.10.4.3 non superi la temperatura ammissibile di funzionamento dichiarata dal costruttore degli apparecchi
11	Tenuta al cortocircuito	10.11	Verifica mediante prove	La prova è stata effettuata dal costruttore originale. E' stata applicata la Tabella 13 della Norma CEI EN IEC 61439-1
12	Compatibilità Elettromagnetica	10.12	Verifica mediante valutazione	Quadro costruito in un unico esemplare: Si dovrà verificare che le unità funzionali all'interno dei quadri soddisfino i requisiti di J.9.4.2 a) e b)

4182

Inchiesta pubblica

D.11 **Rapporto di prova** (verifiche individuali)

Eeeee s.r.l. **QUADRI ELETTRICI**

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25 25010 Brescia

RAPPORTO DI PROVA INDIVIDUALE - N° 0000/2

Numero di commessa: **0000**
Denominazione quadro: **E02 (Quadro Esempio 2)**
Tipo o altro mezzo di identificazione: **123456-2024**
Cliente: **XXXX**
Impianto: **di Carate Brianza (MB)**

Rif. Art.	Verifiche individuali effettuate secondo la Norma CEI EN 61439-2	Esito
11.2	Grado di protezione dell'involucro(1)	☐ positivo ☐ negativo
11.3	Distanze di isolamento in aria e superficiali(2)	☐ positivo ☐ negativo
11.4	Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione(3)	☐ positivo ☐ negativo
11.5	Installazione dei componenti (4)	☐ positivo ☐ negativo
11.6	Circuiti elettrici interni e collegamenti(5)	☐ positivo ☐ negativo
11.7	Terminali per conduttori esterni(6)	☐ positivo ☐ negativo
11.8	Funzionamento meccanico(7)	☐ positivo ☐ negativo
11.9	Proprietà dielettriche(8)	☐ positivo ☐ negativo
11.10	Cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità (9)	☐ positivo ☐ negativo

(1) Esame a vista per assicurare che nessuna modifica esterna effettuata comporti il deterioramento del grado di protezione.
(2) Esame a vista per verificare che le distanze di isolamento in aria tra parti attive (fase-fase, fase-neutro, fase-terra e neutro-terra) siano almeno 1,5 volte superiori a quelle specificate in Tabella 1 della Norma CEI EN 61439-1.
(3) Esame a vista e controlli a campione sui collegamenti avvitati ed imbullonati.
(4) Verifica che l'assemblaggio e l'identificazione dei componenti siano conformi alle istruzioni di costruzione ed agli schemi elettrici.
(5) Esame a vista e controlli a campione sui collegamenti avvitati ed imbullonati.
(6) Verifica che il tipo e l'identificazione dei componenti siano conformi alle istruzioni di costruzione ed agli schemi elettrici.
(7) La verifica comprende il controllo degli elementi meccanici di manovra, dei dispositivi di interblocco e di blocco associati con le parti rimovibili ed estraibili.
(8) Esecuzione della prova di tenuta a frequenza di esercizio 1 890 V per 1 s.
(9) Controllo a vista del cablaggio con prova di funzionamento elettrico, verifica della completezza di tutte le informazioni e mercature di cui all'Art. 6 della Norma CEI EN 61439-1

Le verifiche sopra elencate sono state eseguite secondo le indicazioni della Norma CEI EN 61439-2 presso il laboratorio della ditta Eeeee S.r.l.

Data-- .....

per accettazione: il Committente il Collaudatore

Inchiesta pubblica

D.12 Dichiarazione di conformità del quadro alla Norma CEI EN 61439-2

Eeeee s.r.l. QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE E AUTOMAZIONE

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25
25010 Brescia

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' QUADRO ELETTRICO DI BASSA TENSIONE SECONDO CEI EN 61439-2

La ditta Eeeee s.r.l. con sede a Brescia, Via Chiusa 25 costruttrice del quadro E02

Dati principali:	Tensione nominale:	**400 V**
	Corrente nominale del quadro I_{nA}:	**1600 A**
	Grado di protezione:	**IP30**
	Tipo o altro mezzo di identificazione:	**12346-2024**
	Rapporto di prova:	**N° 0000/2 in data .....**

Dichiara, sotto la propria responsabilità, che il quadro sopra descritto è stato realizzato a regola d'arte e conformemente alle specifiche previste dalla Norma CEI EN 61439-2.

A tale scopo dichiara:

- di aver utilizzato un involucro conforme alla CEI EN 62208;
- di aver utilizzato etichette e sistemi di marcatura provati secondo il par.10.2.5;
- di aver utilizzato componenti conformi ai requisiti di compatibilità elettromagnetica per l'ambiente specificato e che gli stessi sono stati montati e cablati secondo le istruzioni del loro costruttore;
- di aver utilizzati apparecchi già sottoposti a prove di tipo e di non averne modificato il funzionamento meccanico durante il montaggio;
- di aver utilizzati componenti con tensione nominale di isolamento e tensione nominale di tenuta ad impulso uguali o maggiori dei valori nominali del quadro(1);
- di aver rispettato i criteri di scelta e le istruzioni di montaggio indicati sui cataloghi e fogli istruzione e di non avere compromesso durante il montaggio o attraverso modifiche, le prestazioni del materiale utilizzato dichiarate sui cataloghi(2).

Dichiara inoltre di aver effettuato in proprio le seguenti verifiche di progetto:

- distanza di isolamento in aria e tensione di tenuta ad impulso (mediante misura delle distanze di isolamento);
- distanza di isolamento superficiali (mediante misura delle distanze di isolamento);
- effettiva continuità dei circuiti di protezione (mediante misura della resistenza delle connessioni);
- tensione di tenuta a frequenza di esercizio (mediante prova di tensione applicata a frequenza industriale);
- verifica dei limiti di sovratemperatura (calcolo delle potenze dissipate e relativa comparazione con le potenze dissipabile dell'involucro);
- verifica della tenuta al corto circuito mediate il confronto con il progetto di riferimento mediante Tabella 13 della CEI EN IEC 61439-1.

Dichiara infine, sotto la propria responsabilità, di aver effettuato con risultato positivo tutte le prove individuali come da rapporto di prova N° 0000/2 in data .....

Data ..... Il Responsabile.....

(1) L'istallazione degli SPD permette l'utilizzo di componenti con tensione di tenuta ad impulso inferiori.

(2) In particolare, per quanto riguarda il cortocircuito, di aver mantenuto il volume minimo del cubicolo indicato dal costruttore dell'apparecchio.

Inchiesta pubblica

D.13 Dichiarazione UE di conformità

Eeeee s.r.l. QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE E AUTOMAZIONE

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25
25010 Brescia

DICHIARAZIONE UE DI CONFORMITÀ

Il costruttore: Eeeee S.r.l.

Indirizzo del costruttore: Via Chiusa, 25 Brescia (BS) – ITALIA

DICHIARA qui di seguito che:

Il prodotto: **E 02**

Dati principali:

Tensione nominale:	**400 V**
Corrente nominale del quadro I_{nA}:	**1600 A**
Grado di protezione:	**IP30**
Tipo o altro mezzo di identificazione:	**12346-2024**
Anno di fabbricazione:	**2014**
Costruito a:	**Brescia (BS) Via Chiusa, 25**

Risulta **CONFORME** a quanto previsto dalle seguenti direttive comunitarie, comprese le ultime modifiche, e con la relativa legislazione nazionale di recepimento:

Direttiva EMC 2014/30/UE	Direttiva Compatibilità Elettromagnetica
Direttiva BT/2014/35/UE	Direttiva Bassa Tensione
Direttiva ROHS **2011/65/EU, 2015/863/EU**	Direttiva ROHS

Il fabbricante dichiara inoltre che sono state applicate le seguenti norme armonizzate:

Norma	Edizione	Titolo
CEI EN 61439-2	2021(*)	NORMA CEI EN 61439-2 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Parte 2: Quadri di potenza
CEI EN IEC 63000	2021(*)	NORMA EN IEC 63000 Documentazione tecnica per la valutazione dei prodotti elettrici ed elettronici in relazione alla restrizione delle sostanze pericolose

Data .....

Il Legale rappresentante .....

(*) attualmente in fase di armonizzazione. Le versioni attualmente armonizzate e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale, sono quelle del 2012 per la CEI EN 61439-2 e del 2018 per la CEI EN 63000.

Inchiesta pubblica

D.14 Istruzioni per l'installazione e la manutenzione

Eeeee s.r.l. QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE E AUTOMAZIONE

Eeeee s.r.l.
Via Chiusa, 25
25010 Brescia

ISTRUZIONI PER L'INSTALLAZIONE E LA MANUTENZIONE

Numero di commessa:	**0000**
Denominazione quadro:	**E02**
Tipo o altro mezzo di identificazione:	**12346-2024**
Rapporto di prova	**N° 0000/2 in data .....**
Cliente:	**XXXX**
Impianto:	**di Carate Brianza (MB)**

ATTENZIONE: Questo prodotto è stato previsto per l'ambiente A. L'uso di questo prodotto in un ambiente B può generare disturbi elettromagnetici indesiderati; in questo caso l'utilizzatore deve prendere misure adeguate per l'attenuazione dei disturbi.

Personale autorizzato all'installazione e manutenzione

L'accesso ai quadri elettrici per l'installazione e la manutenzione e la gestione dell'impianto deve avvenire nel rispetto delle regole antinfortunistiche.

Le Norme e le Leggi che regolano questo aspetto diversificano, in funzione del personale, le modalità di accesso e/o le azioni che possono essere effettuate all'interno del quadro e prevedono accorgimenti costruttivi tali da garantire opportuni livelli di sicurezza.

La Norma di riferimento in Italia è la CEI 11-27 (2021-09) che identifica le condizioni e i soggetti ai quali è consentito l'accesso al quadro:

- persona designata alla conduzione dell'impianto elettrico (Responsabile dell'impianto);
- persona designata alla conduzione dell'attività lavorativa (Preposto ai lavori);
- persona esperta (in ambito elettrico);
- persona avvertita.

Essa regolamenta il modo di lavorare in un impianto e i rapporti tra le persone sopra citate che possono lavorare nell'impianto stesso al fine di mantenere le condizioni di sicurezza elettriche previste dalle Direttive Europee.

Tale norma e le sue declinazioni nazionali vanno pertanto seguite correttamente ogni volta che occorre accedere a un quadro elettrico.

Dispositivi di Protezione individuale

I manutentori devono essere provvisti dei seguenti dispositivi di protezione individuali, come previsto dalle Direttive Europee e dal recepimento nazionale delle stesse.

- occhiali/visiera;
- guanti isolanti a 1000 Volt;
- elmetto dielettrico;
- scarpe antinfortunistiche/tronchetti isolanti;
- attrezzi isolati.

Gli operatori devono essere inoltre dotati di un mezzo di comunicazione idoneo per attivare rapidamente il sistema di emergenza sanitario nazionale.

inchiesta pubblica

Si consiglia sempre di svolgere i lavori sui quadri elettrici FUORI TENSIONE, mettendo in sicurezza l'apparecchiatura oggetto dell'intervento, prima di operare è sempre necessario consultare il manuale d'uso delle apparecchiature installate nei quadri ed accertarsi di sezionare l'alimentazione.

Messa in sicurezza del quadro elettrico

Apporre il cartello seguente su tutti i punti dell'impianto da cui è derivata l'alimentazione del quadro elettrico.

Figura D.2 – Avvertenza per lavori in corso

Sul territorio italiano si applicano le prescrizioni per l'esecuzione dei lavori fuori tensione come indicato in 6.2 della Norma CEI 11-27.

Protezione dell'udito

È consigliabile utilizzare una protezione per l'udito in caso di lavoro continuativo in vicinanza di ventilatori degli inverter.

Protezione dalle ustioni

Appena dopo che il quadro è stato messo fuori tensione, alcuni componenti possono avere temperature elevate.

È necessario osservare tutte le precauzioni al fine di evitare ustioni, indossando sempre guanti protettivi.

Verifiche prima dell'installazione

In seguito al trasporto e al posizionamento del quadro elettrico in loco, prima della messa in servizio è necessario eseguire le seguenti verifiche.

- Verifica dell'integrità della carpenteria e chiusure e dispositivi di chiusura.
- Controllo funzionamento meccanico manovre ed interblocchi.
- Verifica dell'integrità di tutti i componenti.
- Verifica del serraggio di tutta la viteria, bulloneria, morsetti, ecc.
- Taratura dei relè termici e tutti i dispositivi regolabili.

Inchiesta pubblica

Messa in servizio

Solo dopo eseguito le verifiche di cui sopra, è possibile mettere in servizio il quadro elettrico.

Alla prima messa in servizio, deve essere presente il responsabile d'impianto per controllare e coordinare le varie fasi che devono avvenire secondo la seguente procedura:

- chiusura dell'interruttore generale di arrivo;
- controllo delle letture degli strumenti della sezione bassa tensione;
- chiusura degli interruttori delle partenze bassa tensione;
- verificare che tutte le grandezze (termiche, elettriche, ecc.) siano nei campi dei valori attesi.

Tenuta in esercizio

La tenuta in esercizio del quadro normalmente non richiede particolari precauzioni se non quelle di carattere generale:

- le eventuali manovre siano sempre eseguite in accordo alle istruzioni dei singoli componenti;
- non siano eseguite manovre non autorizzate;
- non siano rimossi o forzati i blocchi di sicurezza.

Eeeee S.r.l. declina ogni responsabilità per danni conseguenti a manomissione o uso improprio di blocchi e/o dotazioni di sicurezza, oppure provocati da manovre errate eseguite da personale inesperto e/o non autorizzato.

Se durante il normale funzionamento intervengono protezioni, prima di ripristinarle deve esserne verificata la causa per escludere o rimuovere i possibili guasti.

Manutenzione Ordinaria

Si definisce manutenzione ordinaria la combinazione di tutte le azioni finalizzate a mantenere le apparecchiature nelle condizioni originarie; mentre con manutenzione straordinaria si definiscono le operazioni di ripristino dopo un evento per lo più accidentale, oppure una revisione generale dopo un lungo periodo di funzionamento.

Per le operazioni di manutenzione vengono presi in considerazione solo gli aspetti attinenti alla sicurezza, escludendo quelli relativi alla funzionalità delle apparecchiature, per la quale si rimanda ai manuali d'uso e manutenzione dei singoli prodotti.

Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite solo da personale esperto, nel pieno rispetto del D.Lgs 81/2008 e delle Norme CEI applicabili, con l'impiego di ricambi originali, se necessari.

Il responsabile dell'impianto deve avere cura di verificare che il personale preposto alla manutenzione possieda un'istruzione specifica ed aggiornata.

Devono essere definite le responsabilità operative e le procedure per la messa fuori tensione, la messa a terra delle parti d'impianto interessate e la successiva rimessa in esercizio.

Gli interventi di manutenzione devono avvenire solo dopo aver reso inerti tutti i dispositivi a conservazione di energia: molle precaricate, dispositivi di accumulo di fluidi di comando, batterie di accumulatori elettrici e/o gruppi di continuità, ecc. Tutti gli interventi di manutenzione devono essere registrati.

Periodicità e tipi di intervento necessari ad una corretta manutenzione ordinaria

La frequenza delle verifiche e degli interventi di manutenzione deve essere determinata in base alle condizioni di inquinamento ambientale e di servizio del locale in cui è installato il quadro. Particolari condizioni impiantistiche possono richiedere un grado di verifica maggiore dei sistemi di sicurezza: in questo caso a seconda delle sollecitazioni esterne, è discrezione del servizio di manutenzione adottare un programma di verifiche più intenso.

Inchiesta pubblica

Eeeee s.r.l. non si assume responsabilità per quadri che vengono mantenuti in esercizio senza un regolare regime di verifiche e manutenzione. A garanzia delle prestazioni dell'apparecchiatura e dei sistemi di sicurezza per le persone e cose nonché per un utilizzo corretto e del quadro elettrico è necessario eseguire e contestualmente annotare i riscontri ottenuti su apposito registro relativi ai seguenti controlli e/o verifiche periodiche:

Operazione	**Periodicità controlli(1)**
Controllo visivo del quadro e rilievo fattori anomali (annerimenti, ecc.)	sei mesi
Controllo e test di intervento dei circuiti di emergenza e dei dispositivi di emergenza	sei mesi
Controllo funzionamento delle segnalazioni ottiche (di emergenza)	sei mesi
Controllo funzionamento delle segnalazioni acustiche (di emergenza)	sei mesi
Lubrificazione di tutti gli organi meccanici (leverismi, interblocchi, maniglie, ecc)	due anni
Verifica serraggio bulloneria, viti componenti, viti morsetti	sei mesi
Verifica serraggio ed ispezione visiva dell'integrità dei circuiti di protezione	sei mesi
Controllo funzionamento meccanico manovre ed interblocchi	un anno
Controllo stato mantenimento dell'isolamento dei conduttori (a vista)	due anni
Verifica di funzionamento di apparecchiature di misura, controllo e regolazione	un anno
Controllo funzionamento ventole di raffreddamento o condizionatori e pulizia filtri	un anno
Controllo funzionamento resistenze di riscaldamento ed anticondensa	un anno
Controllo presenza organi accessori (chiavi, maniglie di estrazione, ecc.)	un anno
Controllo presenza eventuali materiali per manutenzioni straordinarie (fusibili, lampadine, ecc.)	un anno
Controllo strumentale dei dispositivi di protezione (relè differenziali, ecc.)	due anni
Controllo stato di mantenimento schermi e ripari	cinque anni
Controllo stato di usura delle apparecchiature (ossidazione contatti, ecc.)	tre anni
Verifica strumentale dell'isolamento dei circuiti	cinque anni
Verifica strumentale della continuità dei conduttori di protezione	cinque anni
Apparecchiature e componenti incorporati	(come da istruzioni d'uso e manutenzione del singolo componente)
Verifica presenza targa identificativa e schema elettrico con eventuale aggiornamento	tre anni
(1) La prova dei relè differenziali (tasto di prova) deve essere eseguito ogni semestre, se l'ambiente risulta essere critico (presenza di polvere, atmosfere corrosive, atmosfere saline, ecc.), deve essere eseguito mensilmente.	

Inchiesta pubblica

Allegato E

Esempio di verifica delle sovratemperature con il confronto (derivazione)

(Norma CEI EN 61439-1, par. 10.10.3)

E.1 Verifica delle sovratemperature

Si fornisce ora un esempio per la verifica delle sovratemperature con il confronto (derivazione) con configurazioni similari verificate con prove.

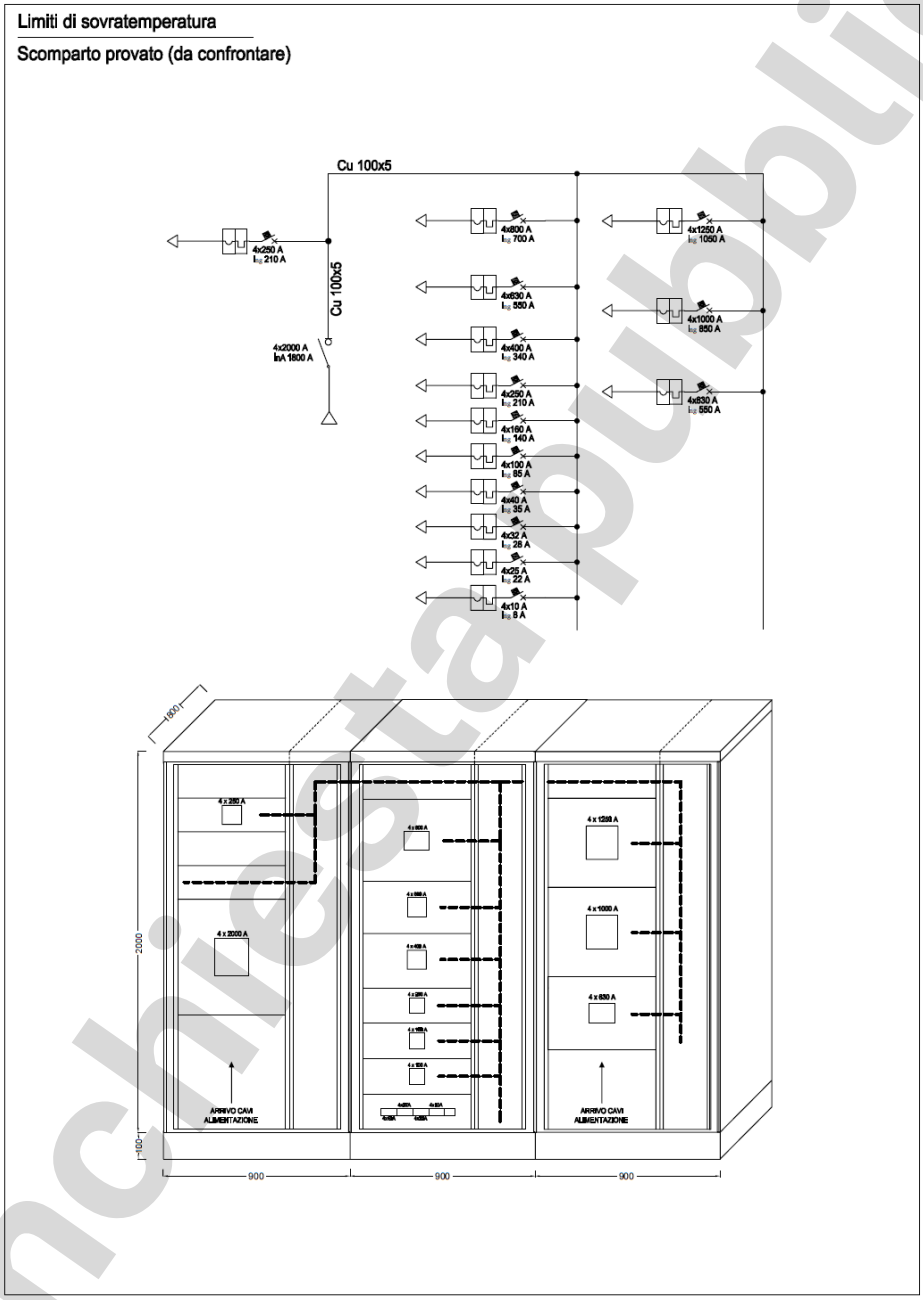


Figura E.1 – Schema sinottico e fronte quadro dello scomparto provato (da confrontare)

Inchiesta pubblica

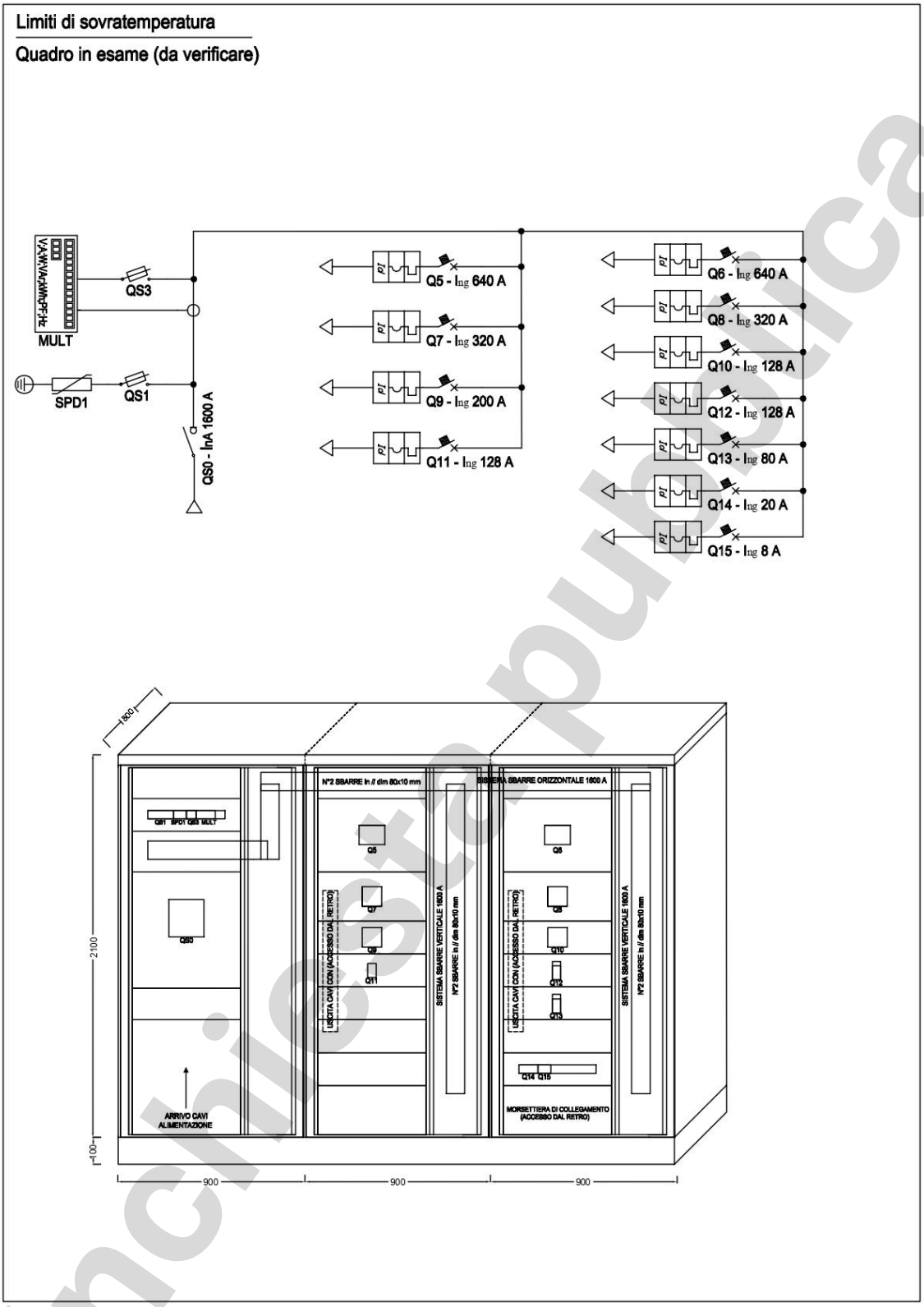


Figura E.2 – Schema sinottico e fronte quadro del quadro in esame (da verificare)

Inchiesta pubblica

E.2 Verifica della sezione A

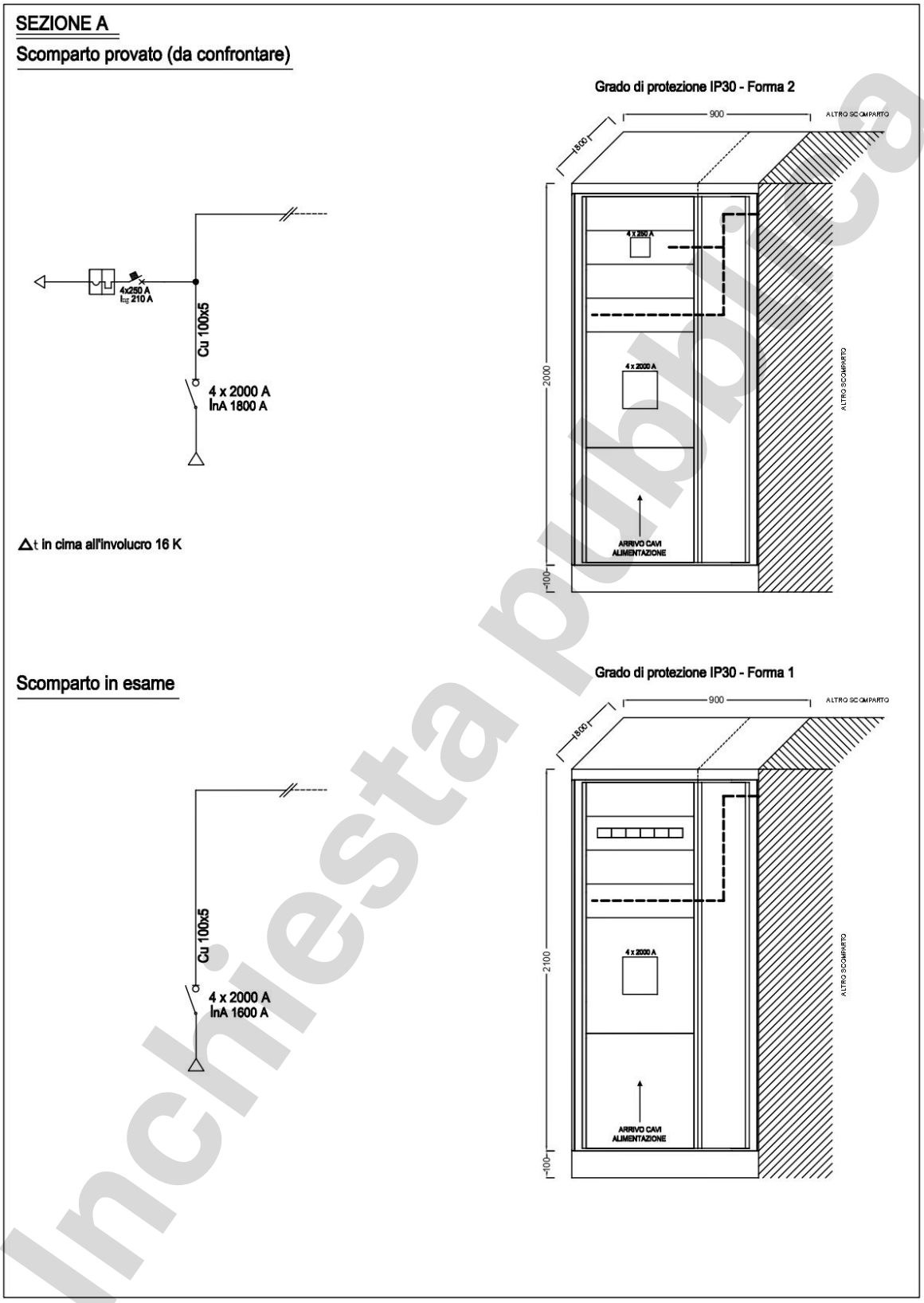


Figura E.3 – Schema scomparto provato e scomparto in esame della sezione A

La sezione A del quadro viene comparata con lo scomparto provato.

Inchiesta pubblica

Per poter asserire che il quadro è una derivazione della configurazione provata, si è accertato quanto segue:

a) le unità funzionali appartengono allo stesso gruppo dell'unità funzionale scelta per la prova in quanto:
   - la funzione e lo schema elettrico di base del circuito principale sono le stesse (unità di uscita);
   - l'apparecchio è della stessa taglia e della stessa serie;
   - la struttura di montaggio è dello stesso tipo;
   - la disposizione con l'influenza reciproca degli apparecchi è la stessa;
   - il tipo e la disposizione dei conduttori sono gli stessi (o migliorativa);
   - la sezione dei conduttori del circuito principale all'interno dell'unità funzionale è lo stessa di quella usata in prova;

b) il tipo di costruzione è lo stesso di quello usato per la prova (stessa serie costruttiva);

c) il quadro ha dimensioni esterne maggiori di quello utilizzato durante la prova;

d) il quadro ha le stesse condizioni di raffreddamento di quelle usate per la prova (convezione naturale e stesse aperture di ventilazione);

e) il quadro ha forma di segregazione interna inferiore di quella usata per la prova (Forma 1 anziché Forma 2);

f) il quadro (scomparto) da verificare ha minore potenza dissipata di quella usata per la prova:

Tabella E.1 – Potenza dissipata scomparto da verificare

Descrizione	Potenza dissipata W/p	N. di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente
Interruttore 4×2 000 A	75 W	3	0,8		144,00 W
Porta fusibile 4×100 A (QS1)	8,5 W	3	0		0 W
Porta fusibile 4×2 A (QS3)	2,2 W	3	0,8		4,22 W
Totale potenza dissipata dai componenti Sezione A					**148,22 W**

Tabella E.2 – Potenza dissipata scomparto verificato con prove

Descrizione	Potenza dissipata W/p	N. di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente
Interruttore 4×2 000 A	75 W	3	0,9		182,25 W
Interruttore 4×250 A	16 W	3	0,84		40,32 W
Totale potenza dissipata dai componenti Sezione verificata					**222,57 W**

Inchiesta pubblica

g) il quadro utilizza lo stesso sistema di sbarre (forma, sezione e materiale identici) utilizzate per la prova;

h) la corrente nominale dell'unità funzionale del quadro (I_{nA} = 1 600 A) è inferiore alla corrente nominale dell'unità funzionale utilizzata durante la prova (I_{nA} = 1 800 A);

i) l'analizzatore di rete è installato nella parte alta dell'involucro. Dai risultati della prova si rileva una sovratemperatura alla sommità dell'involucro pari a 16 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui è installato il componente è pari a 51 °C ed inferiore alla temperatura di funzionamento dello strumento garantito fino a +55 °C;

j) gli SPD e i portafusibili sono installati nella parte alta dell'involucro. Dai risultati della prova si rileva una sovratemperatura alla sommità dell'involucro pari a 16 K; pertanto, la massima temperatura dell'aria nel punto in cui sono installati il componente è pari a 51 °C. Da catalogo del costruttore la temperatura di funzionamento degli SPD va da –40 °C fino a +80 °C, mentre i fusibili non vengono considerati in quanto non sono percorsi da correnti significative.

Inchiesta pubblica

E.3 Verifica della sezione B

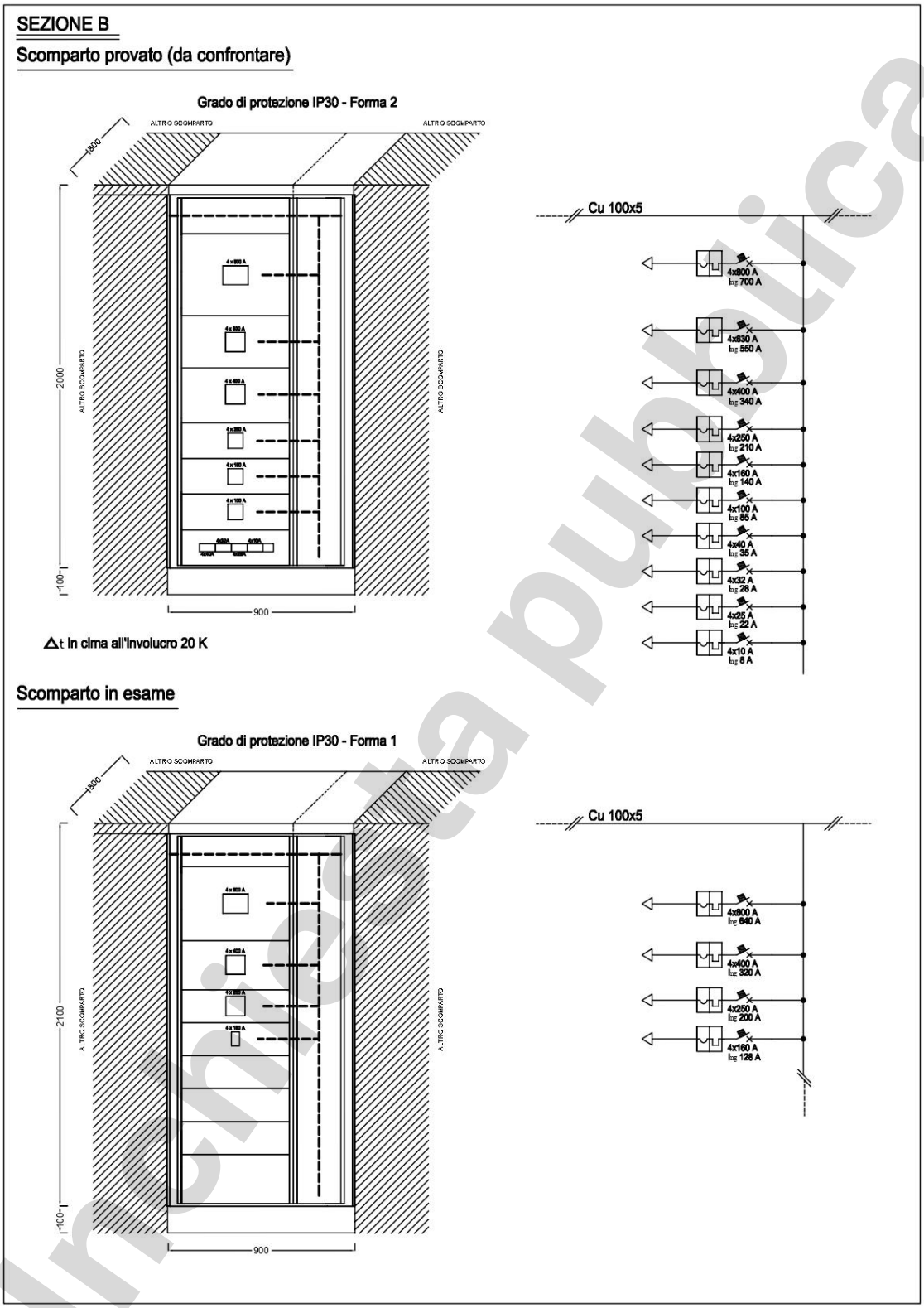


Figura E.4 – Schema scomparto provato e scomparto in esame della sezione B

Inchiesta pubblica

La sezione B del quadro viene comparata con il secondo scomparto provato, per poter asserire che il quadro è una derivazione della configurazione provata, si è accertato quanto segue:

a) le unità funzionali appartengono allo stesso gruppo dell'unità funzionale scelta per la prova in quanto:
   - la funzione e lo schema elettrico di base del circuito principale sono le stesse (unità di uscita);
   - gli apparecchi sono della stessa taglia e della stessa serie (confrontati per tipo);
   - la struttura di montaggio è dello stesso tipo;
   - la disposizione con l'influenza reciproca degli apparecchi è la stessa (o migliorativa);
   - il tipo e la disposizione dei conduttori sono gli stessi (o migliorativa);
   - la sezione dei conduttori del circuito principale all'interno dell'unità funzionale è la stessa di quella usata in prova;

b) il tipo di costruzione è lo stesso di quello usato per la prova (stessa serie costruttiva);

c) il quadro ha dimensioni esterne maggiori di quello utilizzato durante la prova;

d) il quadro ha le stesse condizioni di raffreddamento di quelle usate per la prova (convezione naturale e stesse aperture di ventilazione, inserito tra due scomparti);

e) il quadro ha forma di segregazione interna inferiore di quella usata per la prova (Forma 1 anziché Forma 2);

f) il quadro (scomparto) ha minore potenza dissipata di quella usata per la prova:

Tabella E.3 – Potenza dissipata scomparto da verificare

Descrizione	Potenza dissipata W/p	N. di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente
Interruttore 4×800 A	30 W	3	0,8		57,60 W
Interruttore 4×400 A	18 W	3	0,8		34,56 W
Interruttore 4×250 A	16 W	3	0,8		30,72 W
Interruttore 4×160 A	10 W	3	0,8		19,20 W
Totale potenza dissipata dai componenti Sezione B					**142,08 W**

Inchiesta pubblica

Tabella E.4 – Potenza dissipata scomparto verificato con prove

Descrizione	Potenza dissipata W/p	N. di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente
Interruttore 4×800 A	30 W	3	0,875		68,91 W
Interruttore 4×630 A	28 W	3	0,873		64,02 W
Interruttore 4×400 A	18 W	3	0,85		39,02 W
Interruttore 4×250 A	16 W	3	0,84		33,87 W
Interruttore 4×160 A	10 W	3	0,875		26,25 W
Interruttore 4×100 A	8 W	3	0,85		17,34 W
Interruttore 4x40 A	5 W	3	0,875		11,48 W
Interruttore 4×32 A	4,5 W	3	0,875		10.34 W
Interruttore 4×25 A	4 W	3	0,88		9.29 W
Interruttore 2×10 A	2 W	2	0,8		2.56 W
Totale potenza dissipata dai componenti Sezione verificata					**283,08 W**

g) il quadro utilizza lo stesso sistema di sbarre (forma, sezione e materiale identici) utilizzate per la prova;

h) le correnti nominali delle unità funzionali del quadro (I_{ng}) sono inferiori o uguali alle correnti nominali dell'unità funzionale utilizzata durante la prova.

Tabella E.5 – Confronto tra le correnti degli scomparti.

Descrizione	I_{ng} scomparto provato	I_{ng} scomparto in esame
Interruttore taglia 800 A	700 A	640 A
Interruttore taglia 400 A	340 A	320 A
Interruttore taglia 250 A	210 A	200 A
Interruttore taglia 160 A	140 A	128 A

Inchiesta pubblica

E.4 Verifica della sezione C

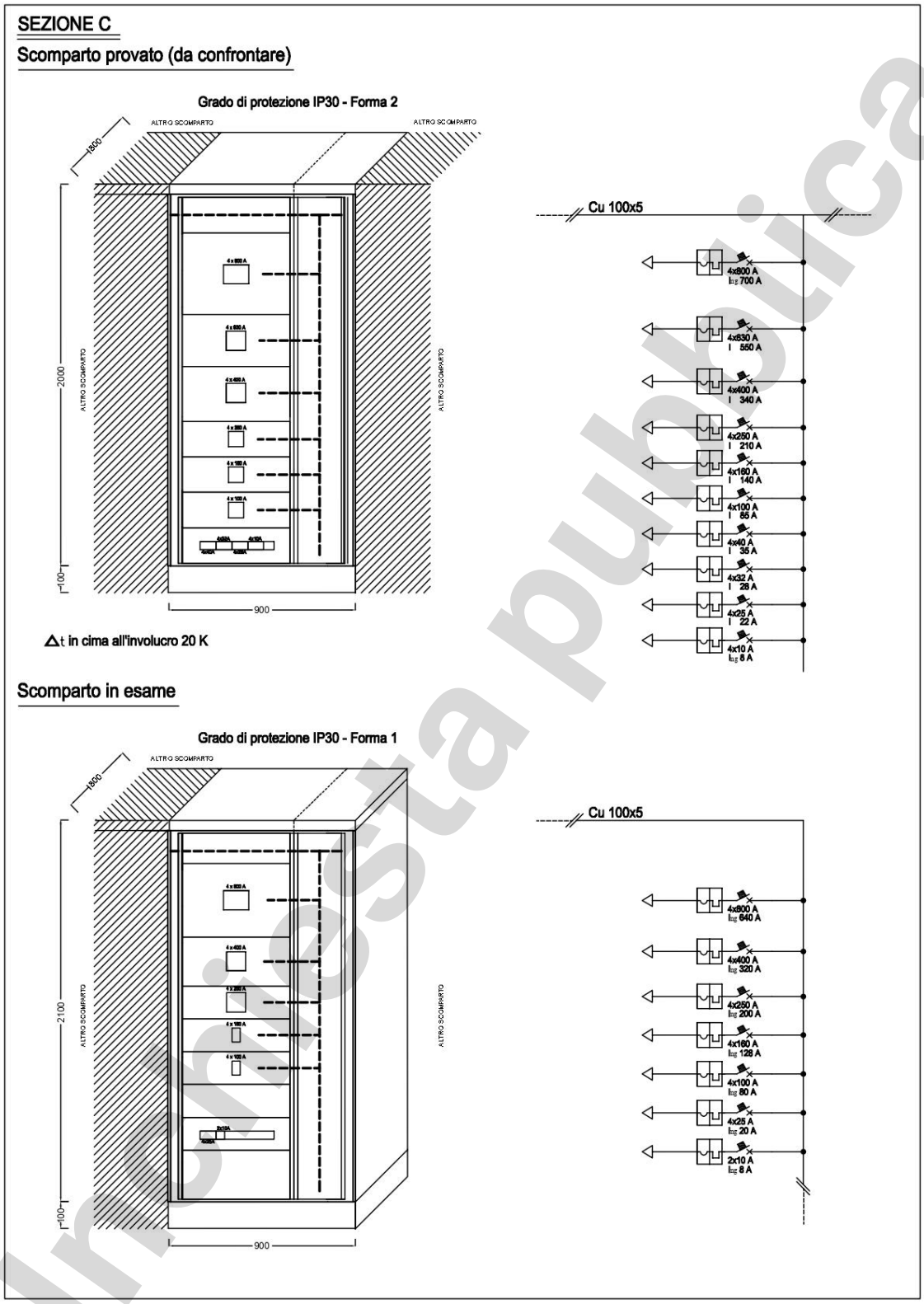


Figura E.5 – Schema scomparto provato e scomparto in esame della sezione C

Inchiesta pubblica

La sezione C del quadro viene comparata con il secondo scomparto provato, per poter asserire che il quadro è una derivazione della configurazione provata, si è accertato quanto segue:

a) le unità funzionali appartengono allo stesso gruppo dell'unità funzionale scelta per la prova in quanto:
   - la funzione e lo schema elettrico di base del circuito principale sono le stesse (unità di uscita);
   - gli apparecchi sono della stessa taglia e della stessa serie (confrontati per tipo);
   - la struttura di montaggio è dello stesso tipo;
   - la disposizione con l'influenza reciproca degli apparecchi è la stessa (o migliorativa);
   - il tipo e la disposizione dei conduttori sono gli stessi (o migliorativa);
   - la sezione dei conduttori del circuito principale all'interno dell'unità funzionale è la stessa di quella usata in prova;

b) il tipo di costruzione è lo stesso di quello usato per la prova (stessa serie costruttiva);

c) il quadro ha dimensioni esterne maggiori di quello utilizzato durante la prova;

d) il quadro ha migliori condizioni di raffreddamento di quelle usate per la prova (convezione naturale e stesse aperture di ventilazione, non è inserito tra due scomparti);

e) il quadro ha forma di segregazione interna inferiore di quella usata per la prova (Forma 1 anziché Forma 2);

f) il quadro (scomparto) ha minore potenza dissipata di quella usata per la prova:

Tabella E.6 – Potenza dissipata scomparto da verificare

Descrizione	Potenza dissipata W/p	N. di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}		Potenza dissipata dal componente
Interruttore 4x800 A	30 W	3	0,8		57,60 W
Interruttore 4x400 A	18 W	3	0,8		34,56 W
Interruttore 4x250 A	16 W	3	0,8		30,72 W
Interruttore 4x160 A	10 W	3	0,8		19,20 W
Interruttore 4x100 A	8 W	3	0,8		15.36 W
Interruttore 4x25 A	4 W	3	0,8		7.68 W
Interruttore 2x10 A	2 W	2	0,8		2.56 W
Totale potenza dissipata dai componenti Sezione C					**167,68 W**

Inchiesta pubblica

Tabella E.7 – Potenza dissipata scomparto verificato con prove

Descrizione	Potenza dissipata W/p	N. di poli percorsi da corrente	Coefficiente di utilizzazione I_{nA}/I_{th} o I_{ng}/I_{th}	Potenza dissipata dal componente
Interruttore 4×800 A	30 W	3	0,875	68,91 W
Interruttore 4×630 A	28 W	3	0,873	64,02 W
Interruttore 4×400 A	18 W	3	0,85	39,02 W
Interruttore 4×250 A	16 W	3	0,84	33,87 W
Interruttore 4×160 A	10 W	3	0,875	26,25 W
Interruttore 4×100 A	8 W	3	0,85	17,34 W
Interruttore 4×40 A	5 W	3	0,875	11,48 W
Interruttore 4×32 A	4,5 W	3	0,875	10.34 W
Interruttore 4×25 A	4 W	3	0,88	9.29 W
Interruttore 2×10 A	2 W	2	0,8	2.56 W
Totale potenza dissipata dai componenti Sezione verificata				**283,08 W**

g) il quadro utilizza lo stesso sistema di sbarre (forma, sezione e materiale identici) utilizzate per la prova;

h) Le correnti nominali delle unità funzionali del quadro (I_{ng}) sono inferiori o uguali alle correnti nominali dell'unità funzionale utilizzata durante la prova:

Tabella E.8 – Confronto tra le correnti degli scomparti.

Descrizione	I_{ng} scomparto provato	I_{ng} scomparto in esame
Interruttore taglia 800 A	700 A	640 A
Interruttore taglia 400 A	340 A	320 A
Interruttore taglia 250 A	210 A	200 A
Interruttore taglia 160 A	140 A	128 A
Interruttore taglia 100 A	85 A	80 A
Interruttore taglia 25 A	22 A	20 A
Interruttore taglia 160 A	8 A	8 A

E.5 Conclusioni

Visti i risultati delle comparazioni puntuali tra scomparti provati e scomparti in esame, si può affermare che il quadro ha superato la verifica termica in ottemperanza a quanto richiesto in 10.10.4 della Norma CEI EN IEC 61439-1.

Inchiesta pubblica

Quesiti

1 Generale

1.1 Come ci si deve comportare qualora si eseguano delle modifiche a quadri già esistenti?

I quadri elettrici di tipo industriale devono essere conformi alla Norma CEI EN 61439-2 (altre tipologie di quadro fanno riferimento a norme diverse, sia nel campo industriale sia in quello domestico o similare) o, nel caso di quadri costruiti in tempi precedenti, alle relative norme vigenti all'epoca della costruzione. Qualsiasi modifica fatta su un quadro elettrico deve preservare la presunta conformità alla norma di riferimento, non potendo in nessun modo cambiare le soluzioni di progetto e costruttive pensate e realizzate per il quadro stesso. Deriva da ciò che le modifiche devono e possono essere fatte ristudiando la soluzione più adatta e verificandola negli aspetti che hanno variato la configurazione del quadro esistente e le sue grandezze caratteristiche.

È comunque indispensabile ridefinire la configurazione, serbarne traccia con disegni e schemi elettrici, verificarla con prove o calcoli e, soprattutto, a lavoro finito realizzare le prove individuali previste dalla norma redigendo il nuovo verbale di collaudo.

Semplificando: per ogni modifica si deve verificare che non pregiudichi le prestazioni dell'esistente. Solo se ciò avviene è necessario riverificare l'intero assieme relativamente alla(e) prestazione(i) oggetto di modifica.

Chi effettua la modifica è responsabile della sola modifica nel caso che questa non vada a modificare le prestazioni dell'assieme, o, se ciò avviene della sola verifica sull'intero assieme relativa alla(e) prestazione(i) modificata(e).

Si veda in proposito quanto indicato nei paragrafi 3.3 e 3.4 della presente guida.

1.2 Nel caso in cui si realizzi un quadro secondo CEI EN IEC 61439-2 con due o più alimentazioni distinte, ad esempio:

- **Alimentazione 1 → U_n 400 V, I_{nA} 630 A, f 50 Hz**
- **Alimentazione 2 → U_n 110 V dc, I_{nA} 20 A**

cosa dovrà comparire nei dati di targa?

Visto l'Art. 6.1 della Norma CEI EN IEC 61439-1, sulla targa/targhe dovranno comparire almeno i seguenti dati:

- nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- l'indicazione del tipo o il numero di identificazione o altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal costruttore del quadro le informazioni attinenti;
- mezzi di identificazione della data di costruzione;
- la corrente nominale del quadro I_{nA} (alimentazione 1):
- la tensione nominale del quadro U_n (alimentazione 1);
- natura della corrente (se DC) o frequenza nominale del quadro f (alimentazione 1);
- la corrente nominale del quadro I_{nA} (alimentazione 2);
- la tensione nominale del quadro U_n (alimentazione 2);
- natura della corrente (se DC) o frequenza nominale del quadro f (alimentazione 2);
- il riferimento alla IEC61439-X (deve essere identificata la specifica Parte "X"). È consigliabile che il quadro sia dotato di 2 targhe (una per ogni alimentazione) possibilmente posizionate sul pannello di ingresso delle stesse.

Un quadro di potenza che può essere alimentato da più di una sorgente, deve avere un'etichetta di avvertimento, che indichi che lo stesso è alimentato da più di una sorgente e che le parti situate all'interno del quadro possono essere ancora in tensione a meno che tutte le alimentazioni non siano sezionate (CEI EN IEC 61439-2 Art. 6.2.2).

inchiesta pubblica

1.3 Nelle linee guida generali della CEI EN IEC 61439-1 si specifica che i convertitori elettronici, come ad esempio gli UPS, se verificati in accordo alla rispettiva norma di prodotto possono essere incorporati nei quadri in accordo alle istruzioni del costruttore. L'installazione deve essere verificata in accordo alla CEI EN IEC 61439-2. Cosa bisogna fare per quanto concerne le batterie dell'UPS, installate all'interno dello stesso involucro?

In aggiunta ai requisiti specificati nella norma di prodotto (UPS) e della CEI EN IEC 61439-2 si deve verificare quanto richiesto dalla Norma CEI EN IEC 62485-2 (Classificazione CEI: 21-79 - Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni Parte 2: Batterie stazionarie - Art. 9.4 - Battery enclosures).

1.4 Cortesemente vorrei sapere se la Tabella A.1" SEZIONE MINIME E MASSIME DEI CONDUTTORI DI RAME ISOLATI e' da ritenersi valida per il cablaggio dei quadri elettrici, poiché vedendo le schede tecniche del produttore dei conduttori flessibili, la portata in ampere non torna con la tabella presente in norma (esempio: Filo FG17 da 35 mm^2 secondo tabella costruttore cavi porta 144 ampere) in Tabella A.1 della Norma CEI EN IEC 61439-1, si indica che tale cavo può portare anche 160 ampere. Vorrei chiedervi se potete dirmi cosa devo considerare per il cablaggio dei quadri

La corrente indicata in tabella è quella nominale del dispositivo di protezione, alla quale fanno riferimento i terminali che devono essere progettati per allocare cavi di sezione compresa entro il range indicato.

Tale valore non è da utilizzare per definire la portata dei cavi connessi ma costituisce bensì riferimento per permettere il corretto dimensionamento dei terminali in assenza di accordo tra costruttore e utilizzatore.

In ogni caso la tabella non può essere utilizzata per calcolare la portata dei cavi esterni connessi ai terminali del quadro.

1.5 Se installo un arc-fault mitigation systems devo per forza applicare la CEI IEC TS 63107?

In genere il rispetto della Norma o della Specifica tecnica (TS) non è obbligatoria: in questo caso deve però essere effettuata una analisi del rischio sotto la completa responsabilità del costruttore.

1.6 La selettività tra i dispositivi di protezione installati all'interno di un quadro può essere alterata dall'inserimento di un sistema per la mitigazione dell'arco in accordo alla CEI IEC TS 63107?

No: la normativa CEI IEC TS 63107 richiede, oltre alla verifica dell'intervento del dispositivo di interruzione associato in presenza di arco elettrico, anche prove di apertura in corto circuito dei dispositivi di protezione rappresentativi, per escludere la possibilità di intervento intempestivo dovuto alla rilevazione della luce generata dall'apertura del dispositivo di protezione interpretata erroneamente come luce emessa da un arco interno.

1.7 Quando usare 23-51 e quando 61439-3?

Entrambe le norme sono applicabili in ambito nazionale per la realizzazione di quadri destinati a persone comuni nonché per applicazioni domestiche e similari.

Internazionalmente solo la CEI EN IEC 61439-3 può essere utilizzata.

La differenza principale tra le due norme riguarda i limiti di tensione nominale e di corrente nominale del quadro, nonché nelle verifiche da realizzare da parte del costruttore del quadro.

In particolare, la CEI 23-51 prescrive verifiche molto limitate per quadri monofase con correnti nominali sino a 32 A, aggiungendo una verifica della potenza dissipata degli apparecchi rispetto a quella dissipabile dall'involucro per correnti sino a 125 A.

Maggiori dettagli nella tabella sottostante.

Inchiesta pubblica

	CEI 23-51	**CEI EN IEC 61439-3**
scopo	la Norma CEI 23-51 è utilizzabile per i quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare	la Norma CEI EN IEC 61439-3 è utilizzabile per i quadri di distribuzione per installazioni fisse destinati ad essere utilizzati da parte di persone comuni, per esempio, per uso domestico e similare
involucri	realizzati utilizzando involucri vuoti conformi alla Norma CEI EN 60670-24, classificati GP.	se si utilizzano involucri vuoti conformi alla CEI EN IEC 62208, non è necessario ripetere le prove sull'involucro
apparecchi incorporati	apparecchi di protezione e manovra per uso domestico e similare, conformi per esempio alle Norme CEI EN 60898-1, CEI EN 61008-1, CEI EN 61009-1, CEI EN 62606, CEI EN 62423, CEI EN 60269-3	apparecchi di protezione e manovra destinati a essere utilizzati da persone comuni, conformi per esempio alle Norme CEI EN 60898-1, CEI EN 61008-1, CEI EN 61009-1, CEI EN 62606, CEI EN 62423, CEI EN 60269-3
tipo di installazione	fissa	fissa, da interno o esterno
temperatura ambiente	la temperatura ambiente normalmente non è superiore a 25 °C ma che occasionalmente può raggiungere i 35 °C nell'arco delle 24 ore, compresa tra un massimo di 40 °C ed un minimo di -5 °C	nel caso di applicazioni da interno: la temperatura ambiente con un valore medio non superiore a 35 °C nell'arco delle 24 ore, compresa tra un massimo di 40 °C ed un minimo di -5 °C
tensione nominale	tensione nominale concatenata ≤ 440 V AC o DC	tensione nominale verso terra ≤ 300 V AC
corrente nominale	corrente nominale in entrata I_{nq} ≤ 125 A	corrente nominale in entrata I_{nA} ≤ 250A corrente nominale circuiti di uscita I_{nc} ≤ 125 A
corrente nominale di breve durata o corrente nominale di corto circuito condizionata	I_{cw}, I_{cc} ≤ 10kA, oppure corrente di picco limitata I_{pk} ≤ 17kA	nessun limite la prova di tipo di corto circuito non è richiesta se I_{cc} ≤ 10kA, oppure corrente di picco limitata I_{pk} ≤ 17kA
verifiche	limitate	più complesse

1.8 Per applicazioni non industriali, una cassetta certificata secondo CEI EN 60670-24 equipaggiata con accessori (es. 2 basi portafusibili e 4 morsetti di derivazione) rientra nella classificazione di quadro elettrico secondo CEI EN IEC 61439-3 solo per il fatto di avere la combinazione di uno o più apparecchi di protezione e manovra?

Non si ritiene che per la cassetta indicata si debba obbligatoriamente utilizzare la Norma CEI EN IEC 61439-3 e si possa fare riferimento alla Norma CEI 23-51.

1.9 Se utilizzo un sistema certificato di barre, si può evitare prova in quadro?

Per quanto concerne la verifica di tenuta la corto circuito, se si escludono i circuiti dei quadri esentati da tali verifiche (Art. 10.11.2 - CEI EN IEC 61439-1), tutti i circuiti del quadro (circuiti in ingresso, sistema sbarre, circuiti in uscita) devono essere verificati mediante il confronto con il progetto di riferimento, oppure con prova.

Inchiesta pubblica

Se si utilizza il metodo di confronto si può utilizzare la lista di controllo secondo l'art. 10.11.3 della CEI EN IEC 61439-1. Se si può rispondere positivamente a tutte le domande, il quadro è verificato, altrimenti, si deve

- utilizzare per la verifica il metodo calcolo di cui all'Art. 10.11.04 della CEI EN IEC 61439-1. in accordo con l'Allegato M (tenuta al cortocircuito della struttura del solo sistema sbarre di un quadro);
- verificare che il quadro soddisfi le prescrizioni dei punti 6, 8, 9 e 10 della Tabella 13, ovvero:
  - Punto 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?
  - Punto 8 Se il quadro da verificare comprende un involucro, anche il progetto di riferimento comprendeva un involucro quando è stato verificato con la prova?
  - Punto 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?
  - Punto 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?

L'utilizzo di un sistema sbarre certificato permette di dare risposta positiva ai quesiti da 1 a 5 e da 8 a 10, relativamente al sistema sbarre in questione.

È bene ricordare che risulta necessario verificare tutti i circuiti (ingressi e uscite) e non il solo il sistema sbarre.

Per quanto concerne le verifiche relative alle sovratemperature, il quadro va verificato nella sua interezza considerando anche gli altri componenti presenti in accordo a 10.10 della CEI EN IEC 61439-1.

1.10 Il polimero del porta-barre deve essere V0 (in accordo alla Norma UL 94)?

La Norma CEI EN IEC 61439-1 al punto 8.1.3.2.3 "Tenuta dei materiali isolanti al calore anormale ed al fuoco causato dagli effetti elettrici interni" richiede che i materiali isolanti, usati per le parti necessarie a tenere in posizione le parti che portano corrente e le parti che possono essere sottoposte a sollecitazioni termiche dovute a effetti elettrici interni, non devono essere influenzati negativamente dal calore anormale e dal fuoco e devono essere verificati con la prova del filo incandescente in accordo con IEC 60695-2-11:2014 con una temperatura di 960°C. Non è quindi richiesta la categoria di auto-estinguenza V0 anche se difficilmente materiali non V0 superano la prova richiesta.

1.11 A porta aperta, in presenza di sollecitazioni meccaniche ambientali, vanno previsti particolari accorgimenti di sicurezza? Es. porta aperta in installazione per esterni in presenza di vento?

La serie di Norme CEI EN IEC 61439 non riporta prescrizioni particolari in merito ai provvedimenti da prendere per le **porte aperte** nel caso di quadri per esterno e condizioni ambientali quali la presenza di vento, ma nulla vieta di proporre ai clienti opzioni di questo tipo. Qualora presenti tali dispositivi dovranno soddisfare ai requisiti di resistenza meccanica (vedi Norma CEI EN IEC 61439-1 § 8.1.5.).

Norme specifiche riferite all'installazione di quadri in ambienti particolari, prevedono sistemi di bloccaggio per tenere la porta aperta nelle condizioni operative previste (per es. in accordo al paragrafo 8.102.3 della Norma IEC 60092-302-2).

La Norma CEI EN IEC 61439-1 precisa invece che, barriere e involucri (e quindi anche le porte), al fine di garantire l'idoneo grado di protezione (quindi **porta chiusa**), "*devono essere fissati in modo sicuro al loro posto e devono avere una stabilità ed una durata sufficienti a mantenere i gradi di protezione richiesti ed un'adeguata separazione dalle parti attive, durante le condizioni di normale servizio, tenendo presente le relative influenze esterne.*"

Inchiesta pubblica

Nella Tabella 15 per installazione all'esterno, tra i parametri ambientali (influenze esterne) da considerare compare anche il vento (punto 6).

In ogni caso, a porta aperta, i requisiti di sicurezza previsti devono essere mantenuti anche in presenza di sollecitazioni ambientali esterne: in specifici casi, una analisi del rischio deve essere effettuata per verificare il mantenimento degli stessi.

1.12 Per wallbox o colonnine per la ricarica di e-bikes che contengono al loro interno soltanto una presa 220Vac ed un alimentatore 36Vdc terminato su presa dedicata, premesso che:

- **i manufatti in oggetto sono assimilabili ad i cosiddetti "QUADRI PARTICOLARI" - Norma CEI EN IEC 61439-7 – e NORMA CEI 64-8, SEZ. 722,**
- **i quadri in oggetto sono utilizzati da persone comuni e sono pertanto di tipo chiuso ovvero le parti attive sono racchiuse in un involucro,**
- **sono fissi e senza accesso limitato ed installati a non meno di 0,9 m da terra,**
- **hanno un grado di protezione IP44 o superiore,**

quali norme di riferimento dobbiamo utilizzare?

I quadri descritti nel quesito devono essere conformi alla Norma CEI EN IEC 61439-7 in quanto assimilabili a quadri di tipo AMPS (low voltage switchgear and controlgear ASSEMBLY for markets and other outdoor public sites)

Non sono invece considerati quadri di tipo AEVCS in quanto chiaramente esclusi dal campo di applicazione della sezione 722 (vedere commento di 722.1) della NORMA CEI 64-8.

1.13 Un quadro elettrico secondo CEI EN IEC 61439-2 può avere al suo interno diverse forme di segregazione?

La forma di segregazione viene in genere definita a seconda delle esigenze di manutenzione e operatività in servizio. Quindi sezioni (comparti/colonne) diverse dello stesso quadro possono presentare diverse esigenze a tale riguardo e quindi richiedere una diversa forma di segregazione. Queste configurazioni devono essere chiaramente indicate all'interno della documentazione.

2 Corto circuito

2.1 Nel caso in cui si debba realizzare un quadro elettrico che garantisca una corrente nominale di cortocircuito condizionata (I_{cc}) maggiore di 10 kA (ad esempio 30 kA), quando lo stesso è protetto da un dispositivo che limita la I_{pk} al di sotto dei 17 kA (installato nell'unità di entrata oppure a monte del quadro):

- **Per quale corrente di corto circuito dovranno essere progettati/calcolati i circuiti/dispositivi passivi (sistema sbarre, conduttori isolati, sezionatori etc.)?**
- **Per quale corrente di corto circuito dovranno essere scelti i dispositivi attivi (interruttori, fusibili ecc.)?**

I circuiti passivi potranno garantire la tenuta di corto circuito condizionata dichiarata (I_{cc}=30 kA) considerando gli sforzi elettrodinamici relativi alla corrente di picco (I_{pk}) lasciata passare dal dispositivo di protezione (SCPD) che non è superiore a 17 kA.

I dispositivi attivi dovranno essere dimensionati per la corrente di corto circuito condizionata dichiarata (I_{cc}=30 kA): ad esempio il potere di interruzione dei dispositivi di protezione dovrà essere almeno pari a 30 kA. E' possibile utilizzare un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se è garantito il coordinamento contro il cortocircuito con altro dispositivo secondo l'Allegato A della Norma CEI EN 60947-2:2019-03.

Eventuali variazioni del valore della corrente di corto circuito all'interno del quadro dovute alla presenza di elementi come trasformatori che ne modifichino sostanzialmente i valori devono essere prese in considerazione nella definizione dei poteri di interruzione dei dispositivi di protezione e nel loro coordinamento.

inchiesta pubblica

2.2 Se in un punto del quadro elettrico è nota la corrente di cresta Ipk limitata da un dispositivo a monte ma non la Icc, è possibile utilizzare la Tabella 7 della Norma CEI EN IEC 61439-1 per determinare il valore di Icc del quadro?"

No. La corrente di corto circuito condizionata Icc è la corrente presunta che il quadro può sopportare, durante il tempo totale di funzionamento (durata di interruzione) del dispositivo di protezione contro il cortocircuito (SCPD), mentre la corrente di cresta Ipk è valore della corrente di picco di cortocircuito che il quadro può sopportare. Nel caso di dispositivo di protezione limitatore, Il rapporto tra la corrente presunta e il picco lasciato passare dal dispositivo di protezione può essere diverso da quello indicato in Tabella 7.

Inoltre, l'utilizzo del valore di corrente di corto circuito ricavato dall'applicazione dei valori di Tabella 7 alla corrente di cresta Ipk nel caso di corrente di corto circuito condizionata, non può essere utilizzato come valore di riferimento per la selezione di dispostivi attivi (cioè, in grado di limitare la corrente di guasto) all'interno del quadro.

I valori di Icc e Ipk devono essere dichiarati obbligatoriamente dal costruttore del quadro e presenti nella documentazione.

2.3 Se in un punto del quadro elettrico è nota la corrente di cresta Ipk ma non la Icw, è possibile utilizzare la Tabella 7 per determinare il valore di Icw del quadro?"

No, perché entrambi i valori devono essere dichiarati dal costruttore del quadro e inseriti nella documentazione. In ogni caso è possibile avere una prima stima del valore di Icw applicando al valore di Ipk i valori suggeriti dalla Tabella 7 della CEI EN IEC 61439-1.

2.4 Colonna con solo un interruttore e con corrente presunta nel punto di installazione >10kA e limitazione non tale da limitare sotto 17kA > serve fare la prova di corto?

La verifica di progetto (mediante prova o comparazione) relativa alla tenuta al corto circuito deve essere effettuata per accertare il comportamento di tutto il circuito, compresi collegamenti e struttura.

2.5 Secondo l'Art. 10.11.2 a) per i quadri con correnti nominali ammissibili di breve durata o condizionate non superiori a 10 kA, non è richiesta l'esecuzione della prova.

Nel caso in cui si intenda dichiarare la tenuta al corto circuito trifase di un quadro (I_{cw}) pari a 15 kA e la relativa tenuta al corto circuito F-N a 9 kA (pari al 60% della corrente di line trifase): si chiede, se, in questo caso, siamo esentati dall'esecuzione delle prove di corto circuito per i conduttori di neutro e di protezione?

La prova di corto circuito per i conduttori di neutro risulta non è necessaria visto che l'esenzione delle prove di cui all'Art. 10.11.2 a), pur essendo riferita ai "quadri" che hanno correnti nominali ammissibili di breve durata, o correnti nominali di cortocircuito condizionate non superiori a 10 kA, si applica anche alle verifiche delle correnti di breve durata ammissibili in altri circuiti, come indicato chiaramente nel titolo del paragrafo.

2.6 Il quesito riguarda la verifica della tenuta al cortocircuito di un quadro mediante confronto con un progetto di riferimento, utilizzando i calcoli. Nell'utilizzare un supporto sbarre precedentemente verificato con prove, è ammesso che questo supporto sbarre abbia cambiamenti nel materiale e/o nella forma rispetto al supporto impiegato nel progetto di riferimento?

In accordo al paragrafo M.4.4 dell'Allegato M, non sono consentiti cambiamenti del materiale o della forma dei supporti utilizzati in quadri verificati con prove. Tuttavia, possono essere utilizzati altri supporti che devono però essere stati precedentemente verificati per la tenuta meccanica richiesta con prove di corto circuito in una configurazione rappresentativa.

Inchiesta pubblica

2.7 All'articolo 10.11 della normativa CEI EN IEC 61439-1 si fa riferimento alla tenuta del quadro in caso di corto-circuito.
In particolare, al paragrafo 10.11.5.3.1 indica tre (3) casi differenti ma non è chiara la condizione di test ossia, dove deve essere eseguito il corto-circuito.

Qui sorge la domanda: in un quadro avente un SCPD esterno (caso c del 10.11.5.3.1) ed SCPD interni per una o più uscite, dove deve essere eseguito il corto-circuito (a valle dei morsetti in ingresso, sui i soli morsetti d'uscita)?

La Norma non prescrive i punti esatti dove porre il corto circuito, proprio perché il costruttore originale deve identificare la configurazione rappresentativa da provare ed è poi sua responsabilità stabilire come e cosa provare e di conseguenza dove eseguire il corto circuito in funzione di:

- dove può verificarsi il corto circuito;
- quali sezioni e componenti si voglia/debba testare.

Ciò anche in relazione al contenuto del paragrafo 10.11.2 della Norma.

Nel caso specifico, supponendo un quadro trifase+ neutro, senza particolari soluzioni che limitino la possibilità di avere corto circuiti eccettuato nelle connessioni tra sbarre e SCPD in uscita, con sbarre principali, sbarre di derivazione e SCPD su circuiti di uscita, una possibile configurazione di prova potrebbe prevedere come punti di corto circuito:

- punto terminale delle sbarre principali,
- punti terminali delle sbarre di derivazione,
- terminali di uscita degli SCPD

  sia per quanto concerne il guasto trifase e il guasto verso neutro o punto mediano.

Per il guasto di terra si veda quanto riportato in 8.2.3.5 della presente Guida.

Il numero di prove può essere ridotto considerando solo le verifiche più conservative.

2.8 Nel caso in cui il dispositivo di protezione contro il corto circuito in ingresso sia all'esterno, a monte del quadro, quali sono le caratteristiche che devono essere dichiarate per una sua corretta selezione?

Le caratteristiche da dichiarare sono:

- Nel caso in cui sia definita una corrente di breve durata Icw e picco corrispondente Ipk, tali valori e la durata di tempo corrispondente.
- Nel caso nel quale sia definita una corrente di corto condizionata Icc e picco corrispondente Ipk, tali valori di corrente, i valori di limitazione (corrente di picco e energia passante limitati dal dispositivo di protezione), nel caso sia necessario, i dispositivi attivi che debbano essere coordinati con protezione di sostegno (back up) ed eventuali altri requisiti di coordinamento.

3 Correnti nominali e sovratemperature

3.1 Qual è il rapporto tra la corrente nominale di gruppo Ing e il fattore di contemporaneità RDF?

Per poter rispondere al quesito è necessario chiarire le definizioni di Ing, Inc e RDF.

- La corrente nominale di gruppo I_{ng} è corrente nominale che un circuito può portare senza superare i limiti di sovratemperatura (vedi Tabella 6 - CEI EN IEC 61439-1), quando gli altri circuiti del quadro sono caricati contemporaneamente (con la rispettiva I_{ng}), all'interno dello stesso scomparto.
- La corrente nominale di gruppo I_{nc} è corrente nominale che un circuito può portare senza superare i limiti di sovratemperatura (vedi Tabella 6 CEI EN IEC 61439-1), quando è caricato da solo all'interno dello stesso scomparto.

Inchiesta pubblica

- Il fattore di contemporaneità RDF è pari a I_{ng}/I_{nc}; il valore RDF rappresenta il declassamento del valore di I_{nc} nel momento in cui i circuiti all'interno del quadro sono caricati contemporaneamente.
- La corrente nominale di gruppo I_{ng} non deve essere inferiore alla corrente di impiego (I_B) del circuito come fornita dall'utilizzatore, vale a dire che $I_{nc} \times RDF \geq I_B$

3.2 A chi compete la definizione dei valori di Ing e del gruppo di circuiti da considerare per la singola prova di riscaldamento?

La definizione dei valori di Ing e dei gruppi di circuiti deve essere definita dal costruttore originale del quadro elettrico, in quanto è l'unico che può conoscere le caratteristiche del progetto.

3.3 Se Ing riguarda anche i circuiti di uscita, se un circuito è considerato in più gruppi, può avere più valori di Ing assegnati?

Si.

3.4 In caso di circuiti del quadro con Ing assegnata, il fattore di contemporaneità RDF ha ancora significato?

No, in quanto risulterebbe ridondante.

3.5 Se un circuito del quadro funziona in modo intermittente, come posso verificare che la sovratemperatura rimanga nei limiti di Norma?

Per tipi di servizio intermittente per il calcolo della corrente termica equivalente si faccia riferimento alle formule indicate nell'annesso I della Norma CEI EN IEC 61439-1, imponendo che durante gli intervalli di alimentazione non si raggiunga la condizione di regime termico. Il valore calcolato dovrà essere inferiore alla corrente Ing del circuito, verificato per il servizio continuo.

3.6 Ho un cliente che mi chiede un quadro elettrico che ha le seguenti caratteristiche:

- **corrente Nominale Ingresso 44 A**
- **corrente di uscita distribuita su 3 gruppi ognuno con magnetotermici che hanno come somma:**

1° gruppo = 144 A, 2° gruppo = 94°, 3° gruppo = 58 A.

Come devo indicare il Fattore di Contemporaneità in modo corretto per la prova termica e nella documentazione?

Non esiste una risposta univoca a quanto indicato in quanto dipendente dal reale utilizzo delle uscite del quadro: in funzione delle reali condizioni di carico sarà possibile identificare i singoli gruppi con le relative Ing (o RDF) e le modalità di prova.

3.7 Come verificare le prestazioni termiche del quadro per temperature ambiente esterno quadro superiori a quella di riferimento normativo?

Per temperature ambiente da 35°C a 50°C la normativa fornisce le indicazioni per la verifica di progetto, vedasi il paragrafo 8.2.2.8 del presente documento.

Per quanto concerne verifiche termiche con temperatura ambiente superiore a 50°C, sono necessarie prove e verifiche specifiche in ambiente condizionato alla nuova temperatura di riferimento.

3.8 3200 A è ancora limite per il calcolo?

L'edizione ED3 delle Norma CEI EN IEC 61439-2 ha recepito l'Appendice Nazionale italiana della Norma CEI EN 61439-1 che permetteva la verifica sulla base del calcolo della sovratemperatura interna dell'aria partendo da una configurazione provata, utilizzando il metodo di calcolo del CEI IEC TR 60890 anche oltre i 1600 A.

La verifica della sovratemperatura di un quadro con una corrente di alimentazione totale superiore a 1600 A ora può essere effettuata mediante combinazione tra il confronto con il progetto di riferimento e l'uso di calcoli (vedi CEI EN IEC 61439-2 Art. 10.10.4.101), applicando il metodo della CEI IEC TR 60890.

Inchiesta pubblica

Devono però essere soddisfatti tutti i vincoli indicati nella CEI IEC TR 60890 e opportune condizioni riportate in CEI EN IEC 61439-2 Art. 10.10.4.101. La Norma in questo caso non indica un limite superiore di corrente per l'utilizzo di tale verifica.

Nel caso invece di verificata attraverso il solo calcolo (vedi CEI EN IEC 61439-1 10.10.4.3), la Norma definisce il limite di 1600 A.

4 Isolamenti e circuiti di protezione

4.1 Differenza tra la verifica della continuità del circuito di protezione del quadro e la verifica della sua messa a terra?

La verifica della messa a terra viene effettuata a quadro installato.

Prerequisito per ottenere una corretta messa a terra di un quadro di classe I è che ci sia continuità elettrica tra le masse del quadro e il terminale del conduttore di protezione.

L'effettiva continuità di tale connessione deve essere verificata utilizzando uno strumento di misura di resistenza in grado di far circolare almeno una corrente di 10 A (in c.a. o in c.c.).

Tale corrente è fatta passare tra ogni massa ed il terminale per il conduttore di protezione esterno. La resistenza non deve superare 0,1 Ω.

Se su coperchi, porte o piastre di chiusura sono montati dispositivi la cui tensione supera i limiti per i sistemi PELV o SELV, si devono adottare misure aggiuntive atte ad assicurare la continuità del circuito di protezione.

Queste parti (coperchi, porte o coperture) devono essere provviste di un conduttore di protezione (PE), di sezione conforme alla Tabella 3 della Norma CEI EN IEC 61439-1 se in rame, dimensionato in funzione della massima corrente nominale di impiego dei dispositivi collegati.

In alternativa, se la corrente di impiego dei dispositivi collegati è inferiore o uguale a 16 A, può essere prevista una connessione elettrica equivalente, progettata e verificata appositamente per questo scopo (ad esempio contatti striscianti, cerniere protette contro la corrosione).

4.2 Per provare il doppio isolamento basta raddoppiare la tensione di prova?

No, l'affermazione vale solo per la verifica dell'isolamento solido doppio o rinforzato a tensione industriale.

Secondo la Norma CEI EN IEC 60664-1, il doppio isolamento è la combinazione di isolamento di base e isolamento supplementare: ognuno dei due deve essere in grado di sopportare gli stress di tensione previsti.

Equivalente come prestazioni è l'isolamento rinforzato.

Nel caso nel quale non sia possibile (o non si voglia) separare l'isolamento di base e il supplementare, i test devono essere effettuati come su isolamento rinforzato.

In tale caso:

- per quanto concerne la verifica delle distanze in aria (+ eventualmente isolamento solido) con la prova ad impulso, la tensione di prova deve essere di un passo superiore a quella prevista per l'isolamento di base nella serie di valori suggeriti 330 V, 500 V, 800 V, 1 500 V, 2 500 V, 4 000 V, 6 000 V, 8 000 V, 12 000 V. Se la tensione richiesta per l'isolamento di base non è nella serie di valori suggeriti, la tensione di prova deve essere il 160% della tensione relativa all'isolamento di base.

inchiesta pubblica

Per esempio, in un sistema trifase a 400/690V, per categoria di isolamento IV, essendo la tensione di riferimento per l'isolamento base e dichiarata per il quadro 8kV, la verifica dell'isolamento doppio o rinforzato dovrà essere effettuata a 12kV (o se si effettuano le verifiche con misura delle distanze in alternativa alla prova ad impulso, una distanza superiore a 1.5 x 14mm=21mm).

- Per quanto concerne le distanze superficiali, la distanza totale deve essere il doppio della distanza richiesta per l'isolamento di base. Per esempio, a 690V, con livello di inquinamento 3 e materiale di classe III, per l'isolamento di base la distanza minima è 10mm, mentre per un isolamento doppio o rinforzato sarà 20mm.
- Per quanto concerne la verifica dell'isolamento solido con la prova a frequenza industriale, la tensione deve essere doppia di quella prevista per l'isolamento di base. Cioè, a 690V, il test per un isolamento rinforzato deve essere a 2x1890V= 3780V

Nel caso nel quale invece sia possibile separare l'isolamento base da quello supplementare, le prove vanno eseguite separatamente sui due isolamenti ai valori richiesti per le verifiche sull'isolamento base.

Nel caso di quadri di classe II, realizzati con involucro isolante in accordo al paragrafo 8.4.4 della Norma CEI EN IEC 60439-1, l'unica verifica richiesta è quella relativa all'isolamento solido dell'involucro e quindi può essere effettuata applicando il doppio della tensione prevista per l'isolamento di base, come indicato nella CEI EN IEC 62208 paragrafo 9.11.4.

4.3 Va provato l'isolamento di una maniglia non conduttrice se applicata esclusivamente su una parte messa a terra?

La maniglia in materiale isolante deve resistere alla prova dielettrica specificata in § 10.9.5. che viene effettuata tra la maniglia e le parti attive, indipendentemente che sia montata su una parte messa a terra (es. porta) o no.

4.4 Cosa devo avere per un garantire una classe II?

Per garantire un quadro di classe II si può installare l'apparecchiatura elettrica in un involucro in materiale isolante con grado di isolamento equivalente all'isolamento doppio o rinforzato, costruito secondo IEC 60364-4-41 (CEI 64-8/4); l'involucro deve riportare il simbolo ⧈, che deve essere visibile dall'esterno dello spazio protetto.

Inoltre:

- l'involucro non deve, in nessun punto, essere perforato da parti conduttrici in modo che vi sia la possibilità che attraverso il foro, dall'involucro possa propagarsi una tensione di guasto.
- Se un attuatore (accessibile ad involucro chiuso) è costituito principalmente da materiale isolante, tutte le sue parti metalliche che possono eventualmente diventare accessibili, in caso di guasto dell'isolamento, devono essere isolate anche dalle parti attive in modo adeguato alla massima tensione nominale di isolamento e la massima tensione nominale di tenuta a impulso di tutti i circuiti del quadro.
- Lo spazio protetto, quando il quadro di classe II è pronto per l'uso e collegato alla rete di alimentazione, deve racchiudere tutte le parti attive, le masse e le parti appartenenti ai circuiti di protezione, in modo che non possano essere toccate; l'involucro deve fornire almeno il grado di protezione IP2XC
- All'interno dell'involucro o dello spazio protetto di un quadro di classe II, l'eventuale conduttore di protezione, ed il suo terminale devono essere isolati dalle parti attive e dalle masse.
- Le masse all'interno del quadro non devono essere collegate al conduttore di protezione.
- Se le porte o le coperture dell'involucro possono essere aperte senza l'uso di chiave o di altro attrezzo, si deve prevedere una barriera di materiale isolante che fornisca una protezione pari ad almeno IPXXB contro i contatti accidentali, non solo con le parti attive accessibili, ma anche per le masse che diventano accessibili soltanto dopo l'apertura della porta

Maggiori ragguagli si trovano nella CEI EN IEC 61439-1 artt. 3.7.25 e 8.4.4.

Inchiesta pubblica

4.5 Con riferimento al paragrafo 8.4.4, posso considerare un quadro in classe II (e marcarlo con il simbolo del doppio quadrato) se involucro metallico e doppio isolamento garantito tra carpenteria/involucro e le parti in tensione?

In accordo alla Nota 2 in 8.4.4.a, i requisiti relativi alla classe 2 possono essere ottenuti con un involucro metallico separato da parti pericolose in tensione (ad esempio utilizzando componenti e conduttori isolati con doppio isolamento) e da conduttori che portino il riferimento di terra, con isolamento doppio o rinforzato, purché siano rispettati gli altri requisiti descritti nello stesso paragrafo 8.4.4.

4.6 L'Allegato G della CEI EN 61439-1 nella Tabella G1 indica come tensione Nominale di Tenuta a Impulso un valore di 4 kV per impianti con tensione nominale del sistema di alimentazione (circuiti di distribuzione) 230/400 V, per sistemi stellati con neutro vincolato a terra.
Questo valore presuppone la presenza di SPD a monte?

La Tabella G1 della Norma CEI EN IEC 61439-1:

- è derivata dalla Norma CEI EN IEC 60664-1 (tabelle B1, B2 e F.1) e dalla Norma IEC 60364-4-44 / CEI 64-8;V5 (Tabella 443-2).
- non presuppone la presenza di SPD, in quanto questi devono essere installati solo quando le caratteristiche del sistema non siano tali da limitare il valore di sovratensione ai valori di tabella (vedasi a tal riguardo il paragrafo 4.2.2.1 della CEI EN IEC 60664-1 2021) o quando richiesti da analisi di rischio effettuata in accordo alla Norma CEI 64-8.

Per la definizione del livello di tensione ad impulso richiesto, il costruttore deve verificare:

- la tensione verso terra, utilizzando gli schemi che sono stati inseriti per aiuto nella Tabella G.1,
- il tipo di installazione (categoria di sovratensione IV, III, II, I - per i circuiti principali dei quadri si suppone, in generale, come default, di utilizzare, come categoria di installazione, la III (con l'eccezione dei condotti sbarre dove, in assenza di informazioni, si considera la IV)),

leggendo nella Tabella G.1 il valore da considerare.

4.7 Il tema è quello inerente le barriere di plexiglas quale "barriera" (cap. 8.4.2.3) in aggiunta a quello che è l'isolamento principale fornito da morsetti (già di per sé IP20, sia in assenza che in presenza di cavo) per morsettiere, all'interno di quadri di automazione (e più in generale quadri BT) con tensione pericolosa. Alcuni Clienti suggeriscono la non obbligatorietà di tali barriere. Pongo perciò il quesito a Voi in merito alla obbligatorietà di tali barriere (che a me personalmente appare essere nelle intenzioni del normatore).

Escludendo dalla risposta i quadri per automazione che devono rispondere anche alle prescrizioni della Norma CEI EN 60204-1, le norme CEI EN IEC 61439-1 e 61439-2 richiedono, quando si voglia realizzare l'isolamento principale con barriere o involucri, in accordo al paragrafo 8.4.3.2, un grado di protezione almeno IPXXB. Garantendo le morsettiere, come scritto nella domanda, un grado di protezione IP2X, il requisito è soddisfatto anche in assenza di barriere aggiuntive. L'aggiunta di tali barriere potrebbe configurarsi come protezione addizionale in caso di guasto, da coordinare con gli altri accorgimenti previsti a tale riguardo.

4.8 La Norma CEI EN 61439-4 per i quadri cantiere, all'articolo 8.2.2 richiede che
"Il grado di protezione dell'ASC deve essere almeno IP 44, con tutte le porte chiuse e tutti i pannelli asportabili e le piastre di copertura montati. …
Il grado di protezione per il fronte di comando all'interno di una porta non deve essere inferiore a IP 21 a condizione che la porta possa essere chiusa in tutte le condizioni di utilizzo. Quando la porta non può essere chiusa, il grado di protezione per il fronte di comando deve essere almeno IP 44. …
Le prese a spina non protette per mezzo dell'involucro dell'ASC devono avere un grado di protezione almeno equivalente a IP 44, sia con spina disinserita sia con spina completamente inserita."

Inchiesta pubblica

Con riferimento al grado di protezione delle prese a spina, vorremmo capire cosa si intende con "*non protette per mezzo dell'involucro dell'ASC*", ovvero, è possibile istallare una classica presa a spina serie domestica (conforme alla Norma CEI 23-50) dietro una porta (portello), che deve necessariamente rimanere chiuso per garantire il grado di protezione minimo IP44 del quadro ASC ?
La domanda nasce dal fatto che il classico sistema prese a spina domestico (CEI 23-50) non garantisce un grado di protezione IP44 se non è installato all'interno di un opportuno involucro che garantisca questa protezione anche a spina inserita.

Con riferimento al quesito si precisa che, come richiesto dall'Art. 8.2.2 della Norma CEI EN 61439-4, il grado di protezione minimo IP44 del quadro ASC è garantito con porte chiuse e pannelli / piastre montate. Ne consegue che precauzioni devono essere prese quando non è possibile mantenere tali porte chiuse *in tutte le condizioni di utilizzo*.

Per esempio, come indicato successivamente nello stesso articolo, il *fronte di comando* (ovvero l'area dove si manovrano le apparecchiature), deve essere almeno IP44 qualora in tutte le condizioni di esercizio la porta non può essere chiusa.

La stessa considerazione vale quindi anche per le prese a spina: se *in tutte le condizioni di esercizio* (inclusa quindi la condizione spina completamente inserita) non è possibile garantire la chiusura della porta, tale presa a spina deve avere un grado di protezione IP44 *con spina completamente inserita*.

Nel caso particolare, è quindi possibile installare una classica presa a spina domestica (conforme alla Norma CEI 23-50), dietro una porta (o portello) che deve necessariamente rimanere chiusa per garantire il grado di protezione minimo IP44 del quadro ASC, se e solo se, il grado IP44 è garantito anche a spina inserita, ed in particolare con tutte le spine (domestiche) che è possibile inserire in tale presa.

A tal proposito si ricorda che una tale condizione non è prevista e garantita dalla Norma di prodotto CEI 23-50, quindi andrebbe opportunamente testata e verificata.

Le prese a spina per uso industriale in accordo alla serie CEI EN IEC 60309 garantiscono il grado di protezione IP richiesto in ragione del loro tipo di realizzazione e degli accorgimenti costruttivi presenti nei rispettivi fogli dimensionali.

È ammesso anche l'uso di involucri che assicurano il grado minimo (IP44) a spina inserita o disinserita richiesto dalla Norma CEI EN 61439-4 e dalla Norma CEI 64-8/7 contenenti prese (con corrente monofase fino a 16 A) realizzate in accordo ai fogli dimensionali della Norma CEI 23-50 secondo le istruzioni del costruttore.

In altre parole, o grazie all'involucro del quadro ASC o grazie al sistema prese a spina, deve essere sempre garantito il grado minimo di protezione IP44, in tutte le condizioni di esercizio, inclusa la condizione di spina completamente inserita.

Inchiesta pubblica

La presente Norma è stata compilata dal **Comitato Elettrotecnico Italiano** e beneficia del riconoscimento di cui alla legge 1° Marzo 1968, n. 186.

Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano

Comitato Tecnico Elaboratore

CEI CT 121 | Apparecchiature e quadri protetti per bassa tensione

Via Saccardo, 9
20134 Milano
Tel. 02.21006.1
www.ceinorme.it
info@ceinorme.it

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO