

# COMUNE DI LORETO

Comune

Comune di Loreto  
Corso Boccalini,32 - Loreto

Committente

Adeguamento impianto elettrico ai sensi del D.M.37/08 a servizio del Palacongressi sito in Via San Francesco, snc - Loreto (AN)

Progetto

## DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA ALLA REGOLA DELL'ARTE DELL'IMPIANTO ELETTRICO ( D.M. 22 GENNAIO 2008 N.37 ART.7)

Documento

- Allegato A.* Relazione tecnica di verifica e prescrittiva dell'impianto  
*Allegato B.* Relazione tecnica di calcolo impianti elettrici  
*Allegato C.* A inizio lavori previa sopralluogo congiunto con ditta esecutrice: Schema a blocchi, fronti quadro e schemi unifilari  
*Allegato D.* Planimetria impianto e particolari  
*Allegato E.* A lavori di adeguamento/completamento avvenuti: Dichiarazioni di conformità della ditta realizzatrice relativa agli interventi di adeguamento facente specifico riferimento alla presente Dichiarazione di Rispondenza (in qualità di progetto cui le dichiarazioni sono conformi).

Allegati

Ing. C. Tarozzi

Il Tecnico

Da definire

Febbraio 2018

Data

Installatore

Il sottoscritto Carlo Tarozzi professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che ha esercitato per almeno cinque anni nel settore impiantistico a cui si riferisce la presente dichiarazione,

- iscritto all'albo Professionale Degli Ingegneri, della provincia di AN, numero di iscrizione 1594,
- iscritto dal 19/02/1999 negli elenchi dei professionisti abilitati alle verifiche in materia di sicurezza degli impianti secondo l'art. 9 del regolamento di attuazione della Legge 05/03/1990 n°46 formati dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato,

con studio professionale in Via San Francesco n.28 , comune di Loreto (AN), tel. 3357042329, part. IVA 01386370421

in esito a sopralluoghi ed accertamenti nel periodo **novembre 2017 - febbraio 2018**, sull' **impianto elettrico** inteso come:

intero impianto     trasformazione     ampliamento     manutenzione straordinaria

- realizzato indicativamente nell'anno: veda si relazione di verifica allegata alla presente.

- installato nei locali di

#### **Palacongressi - Via San Francesco, snc - Loreto (AN)**

- di proprietà del Comune di Loreto
- in edificio adibito ad uso: **palacongressi**;

a seguito dell'incarico del Legale rappresentante della Committenza in oggetto

#### **DICHIARA**

sotto la propria personale responsabilità,

- che, a seguito del sopralluogo e degli accertamenti effettuati (DM 37/08, art. 7, comma 6), è emersa la necessità di eseguire gli interventi idonei ad eliminare le non conformità indicate negli allegati alla presente (la suddetta dichiarazione di rispondenza potrà dunque essere ritenuta compiutamente definita soltanto dopo che siano stati realizzati tali interventi da un installatore abilitato e rilasciata da esso la relativa dichiarazione di conformità);

- in conformità a tutto quanto espresso negli allegati alla presente e per quanto materialmente verificabile, **la rispondenza** dell'impianto alla norma tecnica vigente all'epoca della costruzione, secondo quanto previsto dall'art. 7 del DM 37/08, tenuto conto delle condizioni di esercizio e degli usi a cui è destinato l'edificio, e

#### **DECLINA**

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi ovvero da carenze di manutenzione o riparazione in data successiva a quella di emissione della presente dichiarazione (la dichiarazione di rispondenza non può evidenziare i vizi occulti, quindi resta inteso che il sottoscritto tecnico, non si assume (ne si può assumere) la responsabilità per la parte dell'impianto non ragionevolmente ispezionabile e controllabile ed in genere nel caso di vizi occulti, successive modifiche, manomissioni, mancanza di manutenzione ed altri interventi che ne possono modificare le caratteristiche)

**ALLEGA, come documentazione facente parte integrante della presente dichiarazione:**

**Allegati:**

- Allegato A.* Relazione tecnica di verifica e prescrittiva dell'impianto
- Allegato B.* Relazione tecnica di calcolo impianti elettrici
- Allegato C.* A inizio lavori previa sopralluogo congiunto con ditta esecutrice: Schema a blocchi, fronti quadro e schemi unifilari
- Allegato D.* Planimetria impianto e particolari
- Allegato E.* A lavori di adeguamento/completamento avvenuti: Dichiarazioni di conformità della ditta realizzatrice relativa agli interventi di adeguamento facente specifico riferimento alla presente Dichiarazione di Rispondenza (in qualità di progetto cui le dichiarazioni sono conformi).

*Avvertenze per il Committente: il proprietario dell'impianto ha l'obbligo di mantenere la sicurezza e l'efficienza dell'impianto, tenendo conto delle istruzioni per l'uso e manutenzione fornite dall'installatore ed affidando i lavori esclusivamente ad imprese abilitate.*

# ALLEGATO A: RELAZIONE DI VERIFICA E PRESCRITTIVA DELL'IMPIANTO

## -Allegato alla Dichiarazione di Rispondenza-

La presente relazione è redatta ai sensi dell'art. 7, comma 6, del Decreto 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a), della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di installazione degli impianti all'interno degli edifici".

### PARTE I: VERIFICHE

Il sottoscritto Carlo Tarozzi professionista iscritto all'albo professionale per le specifiche competenze tecniche richieste, che ha esercitato per almeno cinque anni nel settore impiantistico a cui si riferisce la presente dichiarazione,

- iscritto all'albo Professionale Degli Ingegneri, della provincia di AN, numero di iscrizione 1594,
- iscritto dal 19/02/1999 negli elenchi dei professionisti abilitati alle verifiche in materia di sicurezza degli impianti secondo l'art. 9 del regolamento di attuazione della Legge 05/03/1990 n°46 formati dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato,

con studio professionale in Via San Francesco n.28 , comune di Loreto (AN), tel. 3357042329, part. IVA 01386370421

in esito a sopralluoghi ed accertamenti nel periodo **novembre 2017 - febbraio 2018**, sull' **impianto elettrico** installato nei locali di:

#### **Palacongressi - Via San Francesco, snc - Loreto (AN)**

avente, relativamente alle apparecchiature, le seguenti caratteristiche :

- impianto elettrico facente capo al contatore alimentante l'edificio (gli impianti facenti capo a qualsiasi altra fornitura presenti nell'area sono esclusi);
- tipo d'impianto: impianto elettrico utilizzatore di categoria I, con alimentazione dalla rete pubblica di bassa tensione.
- punto di origine: contatore elettrico trifase posto esternamente all'edificio accessibile solo al personale addetto;
- sistema di fornitura: corrente alternata trifase con neutro, con frequenza nominale 50 Hz.
- tensioni nominali: 230 V per i circuiti monofase, 400 V per quelli trifase;
- sistema di distribuzione: di tipo TT, con impianto di terra comune a tutte le sezioni d'impianto;
- classificazioni degli ambienti: gli ambienti fanno parte di attività soggetta al controllo VVF e in ogni caso si è tenuto conto di ambienti soggetti a normativa specifica;
- norme e leggi di riferimento: normativa di legge, norme CEI, disposizioni ente fornitore e VVF vigenti all'epoca (post 1990) dell'installazione;

### DICHIARA

sotto la propria responsabilità, di aver controllato l'impianto ai fini della sicurezza e di aver eseguito in particolare le verifiche sotto indicate, ottenendo i relativi esiti:

- 1) esame della documentazione esistente e rilievo di quanto installato
- 2) esame a vista dell'impianto (nelle sue parti ispezionabili);
- 3) prove e misure strumentali: a seguito delle prescrizioni dettate nel seguito, dovendosi trasformare in maniera sensibile l'impianto si è ritenuto opportuno far coincidere questa sezione delle verifiche con quella necessariamente da compiersi, a fine lavori, da parte dell'installatore (con la supervisione del sottoscritto) che avrà il compito di sanare le difformità. L'esito di tale verifica andrà verbalizzato nel suo complesso, ed inoltre inserito, per la sola parte di verifiche sull'impianto elettrico previste per i controlli periodici antincendio, nell'apposito registro dei controlli periodici ripetendo l'operazione con cadenza semestrale, annuale o biennale come da norma di legge previsto.

La protezione dalle scariche atmosferiche, sarà oggetto di specifica valutazione secondo norma CEI 81-10 in quanto richiesta dai VVF, tuttavia esistendo una progettazione e una dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico che non prevede l'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche, si presume che tale valutazione confermerà l'autoprotezione della struttura.

***N.B. Ove nel seguito, segnalato un esito dei controlli con prescrizioni si intende che la verifica ha rivelato delle parziali difformità. Tali difformità dovranno essere sanate con l'adempimento delle prescrizioni di cui allo specifico capitolo seguente. Di ciò e delle prescrizioni si rende edotto il Legale Rappresentante della Committenza che vidima congiuntamente al Tecnico la presente. Si intende inoltre che, l'atto di adempimento delle prescrizioni da parte dell'installatore, implica anche l'avvenuta verifica e controllo delle stesse come sancito dalla sua Dichiarazione di Conformità che, allegata alla presente dich. di rispondenza, ne sarà parte integrante.***

## **PARTE II: INFORMAZIONI SULLA STORIA DELL'IMPIANTO**

Dalle ricerche effettuate si è rilevato che:

- i lavori di realizzazione dell'impianto in oggetto sono stati eseguiti in concomitanza con la realizzazione del fabbricato in varie successive fasi tra la fine dell'anno 2000 e il 2001 dalle ditte

- AITT e T srl – Napoli per conto di Lobelia Costruzioni scarl – Castelfidardo;
- Edilindustria – Ercolano (NA) per conto di Lobelia Costruzioni scarl – Castelfidardo;
- Piccinini Maurizio – Montefano (MC);
- Federici Impianti Elettrici – Loreto (AN);

come risulta dalle dichiarazioni di conformità dell'impianto elettrico depositate agli atti (pur prive degli allegati obbligatori e non tutte correttamente compilate) e dal progetto presentato ed approvato VVF (solo planimetria) nello stesso periodo;

- successivamente, da quello che appare, e dalle informazioni reperite dal sottoscritto presso la Committenza, a parte quanto descritto, dalle succitate date ad oggi sono state apportate all'impianto semplici manutenzioni ordinarie (interrotte però molti anni fa) senza però che sia rimasta traccia di alcuna documentazione progettuale / di conformità, se mai esistita, relativa ad altri interventi.

## **PARTE III: PRESCRIZIONI**

*Nel caso di impianti con parti conformi alla "regola dell'arte" e altre non conformi si dovrà procedere ad indicare ed eventualmente progettare le opere dell'adeguamento delle parti non conformi con rilascio della relativa dichiarazione di conformità da parte dell'installatore. Detta dichiarazione sarà allegata alla presente dichiarazione di rispondenza rilasciata per le parti di impianto conformi. In base a quanto appena esposto si evidenzia che i risultati descritti nelle verifiche sopra citati sono validi nella misura in cui si ottempererà alle seguenti prescrizioni sulle parti non conformi.*

Nel corso dei sopralluoghi si sono evidenziate alcune difformità che sono state anche prontamente segnalate al Committente.

Fermo restando che la ditta incaricata degli adeguamenti, nell'intervento risolutivo dovrà farsi carico (oltre che del sanare le difformità e delle verifiche finali) del verificare tutto quanto riportato nella presente relazione, gli interventi prescrittivi a seguito delle difformità riscontrate sono indicati nel computo metrico di adeguamento generale della struttura (capitolo relativo all'impianto in oggetto) presentato al committente in concomitanza a tutte le dichiarazioni di rispondenza degli impianti (in occasione dell'espletamento delle pratiche di adeguamento antincendio). Per i motivi sopra indicati tale computo non va quindi considerato avere necessariamente caratteristiche esaustive ma, trattandosi di un intervento su di un impianto esistente le cui caratteristiche di ispezionabilità sono limitate, in fase di realizzazione / direzione lavori potranno essere individuate, sulla base della regole di buona tecnica e della presente relazione, disposizioni di adeguamento aggiuntive.

A monte di tutte le osservazioni occorre premettere che l'attuale impianto:

- è stato realizzato con alcune difformità (anche alla normativa vigente all'epoca);
- è privo da anni di una regolare manutenzione.

Le difformità riscontrate e relative prescrizioni constano quindi essenzialmente in quanto segue.

### **Fornitura, montante e sistemi di sgancio**

Esternamente alla struttura in un piccolo fabbricato ove indicato negli elaborati grafici allegati alla presente, è attualmente presente un punto di fornitura 125kW trifase e relativo quadro elettrico di protezione costituito da un interruttore M.T. non differenziale 800A fuori produzione mal cablato sui cavi di partenza, non equipaggiato con sganciatore di apertura. Occorrerà prevedere nuovo interruttore M.T.differenziale 400A con sganciatore di apertura ricablato su carpenteria adeguata. Il successivo stralcio di adeguamento prevederà la messa a norma della linea elettrica di alimentazione e del sistema di sgancio.

Il sistema di sgancio della intera attività, attualmente posizionato in modo non idoneo, dovrà essere riposizionato ove indicato e abilitato a porre fuori tensione l'intera attività. Si prescrive inoltre un sistema di sgancio per l'UPS dedicato ai segna passo (vedasi capitolo dedicato nel seguito) Se ne prescrive il controllo puntuale dopo gli interventi di adeguamento. La funzionalità dei dispositivi di sgancio andrà poi verificata dall'installatore nell'apposito registro dei controlli periodici antincendio.

### **Quadristica, interruttori e cavi**

N.B. Si premette che gli schemi unifilari sono stati approntati a livello di bozza e saranno definiti negli ultimi particolari dal sottoscritto tecnico, in concerto con la D.L. e la ditta installatrice assegnataria, a seguito di ulteriori prove ed indagini, ad inizio lavori. All'atto della stesura della presente infatti vista la non etichettatura, la commistione e confusione di varie linee attraverso vari quadri, alcuni dettagli quali gli interruttori/linee dismessi, quelli di riserva ecc.ecc. non sono stati tutti chiaramente individuabili (se non con lo smontaggio di parti di impianto).

Il sistema a livello documentale è certificato (se pur non in modo corretto e completo), quindi si può presumere (anche per la mancata etichettatura delle linee non è stato semplice verificarne l'adeguatezza) che tutti i dimensionamenti e le conseguenti realizzazioni siano congrui. Infatti, i cavi hanno, in via generale, una sezione e un tipo di posa accettabile tuttavia si prescrive la puntuale verifica ed la eventuale sostituzione durante gli interventi di adeguamento in base a quanto esplicitato negli schemi unifilari allegati.

Analogamente, l'impianto appare in via generale, sufficientemente protetto contro le sovracorrenti ed i cortocircuiti in tutte le sue derivazioni ma, durante gli interventi di adeguamento, si prescrive comunque la puntuale verifica ed eventualmente la correzione di tutto il sistema distributivo in base a quanto esplicitato negli schemi unifilari allegati.

La separazione tra linee di segnale e quelle di energia ed il rispetto del codice dei colori sono in generale attuati ma all'interno degli interventi di adeguamento, che comunque coinvolgono il sistema di distribuzione, se ne prescrive la puntuale verifica ed eventuale messa a punto.

Alcuni sistemi di distribuzione risultano avere parti mancanti e/o danneggiate che dovranno essere sostituite.

Nelle verifiche delle connessioni effettuate sono state rilevate:

- connessioni non perfezionate nelle scatole di derivazione;
- collegamenti non adeguati (a nastro);

di conseguenza si prescrive la puntuale verifica di tutte queste situazioni (che come prescritto sono state evidenziate necessariamente mediante esami a campione) ed il loro ripristino durante gli interventi di adeguamento.

Sono state rilevate, in particolare relativamente alla quadristica, le seguenti inadempienze:

- alcuni cablaggi non idoneo (senza puntalini e con cavi deteriorati (sfilacciati), ordine, codice dei colori)
- mancato intervento di alcuni dispositivi di protezione in particolare interruttori differenziali;
- commistione tra linee diverse facenti capo ad un unico dispositivo di protezione;
- mancanza di etichettatura o etichettatura non corrispondente;
- equipotenzialità, connessioni di terra, composizione e disposizione dei conduttori di protezione non adeguate;
- rischio di sovratemperature;
- coefficienti di stipamento non adeguati;
- alimentazione porzioni di quadri da altre linee e conseguente assenza di sezionamento generale.

Si prescrive la puntuale verifica e sostituzione/integrazione dei quadri durante gli interventi di adeguamento secondo quanto indicato negli schemi elettrici allegati alla presente (allegato C - N.B. Eventuali marche e modelli dei dispositivi sono riportati solo a livello di parametro tecnico di riferimento e da intendersi come marca tipo e modello tipo).

Il riferimento dimensionale per tutti gli interventi sui dispositivi di protezione e le linee di distribuzione è quello indicato negli schemi elettrici allegati alla presente.

Al termine degli adeguamenti:

- tutti i dispositivi di protezione (in particolare interruttori differenziali) dovranno essere testati
- in tutti i quadri andrà implementata la corretta etichettatura dei dispositivi di protezione;
- in tutti i quadri andranno controllati i serraggi delle morsettiere;
- in tutti i quadri andranno chiusi gli eventuali fori con idonei copriforo;
- tutti i quadri dovranno essere provvisti di idonea certificazione a norma di legge e dotati di adeguata cartellonistica.

Nel seguito si riportano in modo sintetico alcune osservazioni particolari relative allo specifico quadro.

#### **Q.E. Generale**

Si prescrive sostituzione relè differenziale generale.

#### **Q.E. ingresso**

Si prescrive sostituzione interruttore 4x25A "prese trifase" con 4x16A per inadeguatezza protezione linea in partenza (N07VK 4 mm<sup>2</sup>).

#### **Q.E. Sala**

Si prescrive modifica del cablaggio per distacco linee verso il QELUCI e ripristino dei cablaggi di alimentazione degli interruttori "gruppo illuminazione A" e "gruppo illuminazione B".

#### **Q.E. Luci**

Si prescrive rifacimento del quadro per inserimento di interruttori per il comando dei contattori dei circuiti di illuminazione presenti nel QESALA.

#### **Q.E. Palco**

Si prescrive rifacimento del quadro in nuova carpenteria per accorpamento con i quadri QECAMERINI e QEPOTENZA. Riutilizzo degli interruttori esistenti salvo quelli computati.

#### **Q.E. Ups**

Si prescrive installazione di manufatto in acciaio per sostegno ups (attualmente appoggiati su tavole di legno) ed installazione di porta /sportello per limitare l'accesso all'apparecchiatura a personale non autorizzato. Installazione di pulsante di sgancio atto al distacco delle linee in uscita dall'UPS.

#### **Q.E. Riscaldamento (UTA)**

Si prescrive ricablaggio del quadro in nuova carpenteria. Riutilizzo degli interruttori esistenti salvo quelli computati.

#### **Q.E. Centrale termica (adeguamenti in carico al gestore)**

Si prescrive ricablaggio del quadro in nuova carpenteria. Riutilizzo degli interruttori esistenti salvo quelli computati.

#### **Apparecchiature**

In generale i punti di comando e le prese a spina sono in uno stato accettabile tuttavia, durante le verifiche a campione sono emerse alcune difformità (prese la spina e punti di comando non integri o comunque con parti da sostituire) che vano sanate e in ogni caso si prescrive la puntuale verifica ed eventualmente la correzione durante gli interventi di adeguamento secondo la vigente normativa.

Gli interruttori di comando unipolari sono in generale installati correttamente.

Andranno inoltre adottati provvedimenti in modo tale che le prese di corrente siano adeguatamente protette, in particolare le prese di energia devono essere protette da sovracorrente tramite un dispositivo di corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese o alla minima fra esse se il medesimo dispositivo protegge prese di tipo diverso, ad esempio non è ammesso installare prese da 10 A in un circuito protetto da un interruttore magnetotermico da 16 A.

#### **Impianti all'esterno**

I componenti elettrici installati all'esterno appaiono in generale avere un grado di protezione adeguato ma si prescrive la sostituzione dei proiettori dell'insegna, e vista la non conformità della attuale realizzazione, l'installazione di 2 pali con

proiettori atti ad illuminare la zona del cancello e l'area adibita a parcheggio (lato sx della hall), realizzazione di scavi e tubazioni per alimentazione degli stessi.

### **Impianto di terra**

Tutte le masse e le prese appaiono protette da interruttori differenziali la cui funzionalità non sempre ha dato esiti positivi, si prescrive la puntuale verifica ed eventualmente sostituzione durante gli interventi di adeguamento.

L'impianto di dispersione a terra è, ispezionabile e da verifiche a campione, appare in stato accettabile, in ogni caso si coglierà l'occasione di effettuare interventi manutentivi (ingrassaggio morsetti eccetera) e misure.

Per quello che riguarda i collegamenti equipotenziali principali e secondari si coglierà l'occasione degli adeguamenti (tra i quali installazione di idonee morsettiere di terra in tutti i quadri che non ne dispongono) per il controllo dei collegamenti secondo quanto previsto negli elaborati grafici allegati (in particolare quanto previsto nel disegno "collegamenti di terra") e per effettuarne la puntuale verifica e le prove di continuità.

Eventuali collegamenti a terra di corpi metallici che non siano masse o masse estranee sono inutili e vanno rimossi (ad esempio il collegamento EQP e' normalmente fatto all' ingresso delle tubazioni idriche montanti generali, sul/i collettore/i di terra generali). Per motivo precauzionale, spesso si ripete tale collegamento anche nei singoli locali, in questi casi si tratta di collegamento equipotenziale supplementare (EQS) ed e' richiesto solo sulle tubazioni metalliche entranti nei locali bagni/docce, non altro).

### **Locale da bagno o doccia**

Nelle zone 1 e 2 non sono installati interruttori e/o cassette di derivazione.

In zona 1 non ci sono prese e/o apparecchi utilizzatori proibiti.

In zona 2 non ci sono prese e/o apparecchi utilizzatori proibiti.

Si è comunque rilevato un posizionamento non idoneo per alcuni punti presa-comando relativamente ai lavabi per cui se ne prescrive il riposizionamento.

Al termine degli adeguamenti andrà verificato il collegamento equipotenziale supplementare ove necessario.

### **Locale centrale termica**

Si prescrive rifacimento parziale della distribuzione elettrica per l'installazione di idonea raccorderia in modo da rendere il grado di protezione adeguato.

### **Locale ex pompe VVF – nuovo Deposito**

Si prescrive smantellamento impianto elettrico esistente per cambio di destinazione d'uso e realizzazione di nuovo impianto basico (v. computo metrico ed elaborati progettuali) con il riutilizzo della linea di alimentazione esistente proveniente dal QEG.

### **Pertinenze UTA in copertura**

Si prescrive il rifacimento dei collegamenti elettrici in copertura con sostituzione dei cavi e del sistema di distribuzione (guaine, accessori ecc.) in modo da rendere il tutto con un grado di protezione minimo IP67.

### **Esame a vista, misure e prove**

Dall'esame a vista non sono risultate palesi difformità dalla regola dell'arte fatto salvo quanto segnalato nella presente relazione.

Sono state effettuate le prove di rito (resistenza di isolamento dei circuiti, funzionamento degli interruttori differenziali, resistenza di terra, prove di continuità) e misure (assorbimenti delle principali linee di potenza) tuttavia, vista la non trascurabile entità degli interventi, si ritiene di delegare nuovamente all'installatore (ad interventi di adeguamento eseguiti) le stesse prove che sono comunque previste in obbligo per rilasciare la dichiarazione di conformità degli adeguamenti eseguiti.

In particolare per gli interruttori differenziali, vista anche la necessità di approntare il registro dei controlli periodici antincendio secondo il testo unico 81, dovrà essere effettuato il ri-controllo in fase di adeguamento con rilascio di relativo verbale da protocollarsi nel registro come prima verifica cui dovranno seguire le successive semestrali.

### **Nota: illuminazione ordinaria e di sicurezza/emergenza**

La presente dichiarazione di rispondenza è limitata all'impianto elettrico, vero e proprio, con esclusione quindi degli apparecchi utilizzatori che alimenta, compresi gli apparecchi di illuminazione (ordinaria e di sicurezza). Vista la

destinazione d'uso dell'impianto, è stata comunque necessario valutare anche la conformità delle caratteristiche illuminotecniche sia relativamente alla illuminazione ordinaria che a quella di sicurezza/emergenza. Le risultanze sono che, mentre per l'illuminazione ordinaria non vi sono particolari osservazioni da fare (fatto salvo il ripristino di eventuali corpi malfunzionanti), per quella di sicurezza emergenza si prescrive di conformarsi a quanto illustrato negli elaborati allegati; infatti le verifiche di funzionamento poste in essere hanno dato risultati negativi (non funzionamento o durata insufficiente) per i corpi illuminanti esistenti. Si prescrive inoltre, almeno nei nuovi quadri o in quelli da ricablarsi l'adeguamento della quadristica finalizzato all'intervento della illuminazione di emergenza non solo in caso di mancanza di alimentazione, ma anche in caso di intervento dei dispositivi di protezione della illuminazione ordinaria. La funzionalità dei dispositivi di illuminazione di sicurezza ed emergenza andrà poi verificata dall'installatore nell'apposito registro dei controlli periodici antincendio come prima verifica cui dovranno seguire le successive semestrali.

**Nota: prescrizione relative ad attività soggetta al controllo VVFF**

Le disposizioni sugli impianti elettrici previste dal decreto ministeriale D.M. 19 agosto e s.m.i. sui locali di pubblico spettacolo andranno tassativamente rispettate.

Inoltre gli eventuali attraversamenti di strutture orizzontali o verticali certificate ai fini della resistenza al fuoco, qualora presenti, andranno riqualificati con opportuni dispositivi omologati atti a preservare il livello di resistenza al fuoco previsto.

**Nota: adattatori multipli**

E' assolutamente da vietarsi l'uso di adattatori multipli, come la cosiddetta "ciabatta", nel caso in cui permettano un assorbimento di potenza maggiore di quello sopportabile dalla presa, oppure prolunghie con cavi di sezione inadeguata o sprovviste di conduttore di terra. Ove presenti andranno rimosse e per prevenirne l'uso improprio si consiglia, ove potessero necessitare, l'installazione di prese fisse supplementari.

**Nota: distanze di rispetto**

In tutti i ripostigli, depositi e magazzini andrà adeguata comunque la distanza di rispetto delle scaffalature e dai materiali in deposito da tutte le componenti dell'impianto elettrico.

**Nota: rimozione componenti obsoleti e/o non in uso**

Se, nel corso delle ulteriori verifiche (corso d'opera adeguamenti) e in concerto con la D.L., si dovessero individuare situazioni di inadeguatezza, si valuti anche l'opzione della rimozione delle stesse (es. dispositivi o punti presa, luce o comando non impiegati e/o obsoleti) in luogo del loro adeguamento.

**Nota: materiali impiegati nell'adeguamento**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovuti all'umidità alla quale possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o in alternativa provvisto di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della CEE o con dichiarazione del fabbricante stesso in conformità alla normativa vigente. I lavori saranno realizzati comunque in conformità alle recenti normative in vigore sulla obbligatorietà dell'utilizzazione di materiale provvisto della marcatura  $\subset \in$ .

Tutti i materiali rispetteranno quanto previsto dalla attuazione del (D.LGS 106/17: Reg. CPR UE 305/2011 con Dichiarazione di Prestazione (DoP) e marcatura  $\subset \in$ ). Nel caso in oggetto si sottolinea che il livello di rischio da considerarsi è MEDIO.

**OBBLIGO CONTROLLI MANUTENTIVI PER IL COMMITTENTE**

***D.Lgs 9 aprile 2008 n. 81 Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, e successive modifiche ed integrazioni apportate dal D.Lgs. 3 agosto 2009 n. 106.***

Titolo II capo I – Disposizioni Generali

Art. 64 comma 1 lettera c

I luoghi di lavoro, gli impianti e i dispositivi vengano sottoposti a regolare manutenzione tecnica e vengano eliminati, quanto più rapidamente possibile, i difetti rilevati che possano pregiudicare la sicurezza e la salute dei lavoratori

Art. 64 comma 1 lettera e

Gli impianti e i dispositivi di sicurezza, destinati alla prevenzione o all'eliminazione dei pericoli, vengono sottoposti a regolare manutenzione e al controllo del loro funzionamento.

Titolo III Capo III – Impianti elettrici

Art. 86 comma 1 e 3 – omissis – gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.

L'esito dei controlli è verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.

A conclusione dei lavori si consiglia inoltre la committenza di perfezionare un contratto di assistenza che preveda le verifiche periodiche connesse alla tenuta del registro dei controlli antincendio per le competenze relative all'impianto elettrico.

## CONCLUSIONI

Essendo l'impianto con parti conformi alla "regola dell'arte" e altre non conformi si è proceduto ad indicare e progettare le opere dell'adeguamento delle parti non conformi a realizzazione delle quali verrà rilasciata la relativa dichiarazione di conformità da parte dell'installatore. Detta dichiarazione sarà allegata alla dichiarazione di rispondenza la quale al momento è rilasciata per le parti di impianto conformi. In base a quanto appena esposto si evidenzia che la rispondenza dell'impianto nel suo complesso è valida nella misura in cui si ottempererà alle prescrizioni sulle parti non conformi.

Pertanto a seguito del sopralluogo e degli accertamenti eseguiti (DM 37/08, art. 7, comma 6) si evidenzia, attualmente, la non completezza della presente dichiarazione di rispondenza, tuttavia l'impianto sarà automaticamente rispondente nella sua totalità quando le opere di adeguamento/sistemazione progettate saranno realizzate e delle stesse sarà redatta dichiarazione di conformità dall'installatore (da allegarsi alla presente) che le ha implementate.

# **ALLEGATO B - RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO QUADRI E DISTRIBUZIONE**

## Sommario

1.1	Metodologia di verifica .....	12
1.1.1	Protezione contro i sovraccarichi.....	12
1.1.2	Protezione contro i cortocircuiti.....	12
1.1.3	Protezione contro i contatti indiretti.....	12
1.1.3.1	per sistemi TT.....	12
1.1.3.2	per sistemi TN.....	12
1.1.3.3	per sistemi IT.....	12
1.1.4	Energia specifica passante.....	13
1.1.5	Caduta di tensione (Caso generale).....	13
1.1.5.1	Caduta di tensione secondo CEI UNEL 35023:2009-04.....	13
1.1.5.2	Caduta di tensione con corrente di avviamento/spunto.....	13
1.1.5.3	Caduta di tensione con carico squilibrato (Ib monofase).....	13
1.1.5.4	Temperatura a regime del conduttore.....	14
1.1.6	Lunghezza max protetta per guasto a terra.....	14
1.1.7	Lunghezza max.....	14
1.1.8	Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento.....	14
1.2	Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma.....	14
1.2.1	Correnti di cortocircuito.....	14
1.2.1.1	Fattore di tensione.....	15
1.2.2	Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori.....	15
1.2.3	Verifica del potere di chiusura in cortocircuito.....	16
1.2.3.1	Valore di cresta I <sub>p</sub> della corrente di cortocircuito.....	16
1.2.4	Verifica dei condotti sbarre.....	16
1.2.4.1	Valore di cresta I <sub>p</sub> della corrente di cortocircuito.....	16
1.2.4.2	Verifica della tenuta del condotto sbarre.....	17
1.3	Lettura tabelle riepilogative di verifica.....	17
1.3.1	Dati relativi alla linea.....	17
1.3.2	Secondo Tabelle UNEL 35024/1.....	17
1.3.3	Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991.....	17
1.3.4	Secondo Tabelle UNEL 35024/70.....	17
1.3.5	Dati relativi alla protezione.....	17
1.3.6	Parametri elettrici.....	17
1.4	Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1.....	18
1.4.1	Cavi Unipolari - Pose.....	18
1.4.2	Cavi Multipolari - Pose.....	19
1.4.3	Cavi Unipolari - Portate.....	20
1.4.4	Cavi Multipolari - Portate.....	20
1.4.5	Coefficienti di temperatura per pose in aria libera.....	21
1.4.6	Coefficienti di temperatura per pose interrato.....	21
1.4.7	Colori distintivi dei conduttori.....	22
1.4.8	Sigle di designazione dei cavi.....	22
1.4.8.1	Esempio di designazione di un cavo.....	23
1.5	Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983.....	24
1.5.1	Portate in funzione del tipo di posa.....	24
1.5.2	Cavi Unipolari - Pose.....	24
1.5.3	Cavi Multipolari - Pose.....	25
1.6	Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70.....	26
1.6.1	Dati tecnici dei cavi.....	27
1.6.2	Coefficienti di temperatura.....	27
1.7	Verifica della sovratemperatura dei quadri.....	27
1.7.1	Verifica sovratemperatura secondo CEI 17-43.....	27
1.7.1.1	Fattore nominale di contemporaneità (CEI 17-13/1 § 4.7).....	28
1.7.2	Verifica sovratemperatura secondo CEI 23-51.....	28
1.7.2.1	Fattore di contemporaneità (23-51 § 4.9).....	29
1.7.2.2	Quadri con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A (CEI 23-51 § 6.2).....	29

## 1.1 Metodologia di verifica

### 1.1.1 Protezione contro i sovraccarichi

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove

$I_B$ =	Corrente di impiego del circuito
$I_n$ =	Corrente nominale del dispositivo di protezione
$I_z$ =	Portata in regime permanente della conduttura
$I_f$ =	Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale

### 1.1.2 Protezione contro i cortocircuiti

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

$$I_{kMax} \leq P.d.i.$$

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove

$I_{kMax}$ =	Corrente di cortocircuito massima nel punto di installazione
P.d.i. =	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
$I^2t$ =	Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
$K$ =	Coefficiente della conduttura utilizzata 115 per cavi in rame isolati in PVC (76 se alluminio) 143 per cavi in rame isolati in XLPE/EPR (94 se alluminio)
$S$ =	Sezione della conduttura

### 1.1.3 Protezione contro i contatti indiretti

(Norma CEI 64-8/4 - 413.1.3.3/413.1.3.4/413.1.4.2/413.1.5.3/413.1.5.5/413.1.5.6)

#### 1.1.3.1 per sistemi TT

Se è soddisfatta la condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

Dove

$R_E$ =	è la resistenza del dispersore in ohm;
$I_{dn}$ =	è la corrente nominale differenziale in ampere;
$U_L$ =	tensione di contatto limite convenzionale (50V per ambienti ordinari; 25V per ambienti particolari) Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

#### 1.1.3.2 per sistemi TN

Se è soddisfatta la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove

$U_0$ =	è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.
$Z_s$ =	Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente
$I_a$ =	è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale $U_0$ per i circuiti specificati in 413.1.3.4, ed, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si usa un interruttore differenziale, $I_a$ è la corrente differenziale nominale di intervento.

#### 1.1.3.3 per sistemi IT

Se è soddisfatta la condizione:

$$R_E \times I_d \leq 50$$

Dove

$R_E$ =	è la resistenza in ohm del dispersore al quale sono collegate le masse
$I_d$ =	è la corrente di guasto, in ampere, del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di $I_d$ tiene conto delle correnti di dispersione e

dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico; non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

- quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64-8/4 come per i sistemi TT
- quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

quando il neutro non è distribuito:

$$Z_s \leq \frac{U}{2 * I_a}$$

quando il neutro è distribuito:

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 * I_a}$$

Dove

$U_0$ =	è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro
$U$ =	è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase
$Z_s$ =	è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito
$Z'_s$ =	è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito
$I_a$ =	è la corrente, in ampere, che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN nella Tabella 41A di 413.1.3.3 o in 5 s.

#### 1.1.4 Energia specifica passante

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove

$I^2t$ =	valore dell'energia specifica passante letto sulla curva $I^2t$ della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito
$K^2S^2$ =	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

Dove

$K$ =	coefficiente del tipo di cavo
$S$ =	sezione della conduttura

#### 1.1.5 Caduta di tensione (Caso generale)

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

Dove

$I$ =	corrente di impiego $I_B$ o corrente di taratura $I_n$ espressa in A
$R_l$ =	resistenza (alla $T_R$ ) della linea in $\Omega/\text{km}$
$X_l$ =	reattanza della linea in $\Omega/\text{km}$
$K$ =	2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
$L$ =	lunghezza della linea in km

##### 1.1.5.1 Caduta di tensione secondo CEI UNEL 35023:2009-04

E' possibile considerare le tabelle CEI UNEL 35023:2009-04 per determinare la caduta di tensione.

Tali tabelle forniscono i valori di impedenza dei cavi e i valori di caduta di tensione per corrente e lunghezza unitarie. Rispetto al caso generale, la resistenza è indipendente dalla temperatura raggiunta dal cavo (questa modalità di calcolo restituisce cadute di tensione superiori rispetto al caso generale).

##### 1.1.5.2 Caduta di tensione con corrente di avviamento/spunto

E' possibile calcolare la caduta di tensione in fase di avviamento/spunto di un'utenza.

In tal caso nella formula generale la corrente  $I$  viene sostituita dalla corrente  $I_B \times K$  moltiplicativo (il  $K$  moltiplicativo dovrà essere specificato sull'utenza), mentre le impedenze di linea  $R_l$  ed  $X_l$  sono valutate a 20°C.

Nel caso dei motori, il calcolo viene effettuato sulla corrente di avviamento;

Nel caso di altre utenze, il calcolo viene effettuato sulla corrente di spunto.

##### 1.1.5.3 Caduta di tensione con carico squilibrato ( $I_b$ monofase)

E' possibile calcolare la caduta di tensione in caso di carico fortemente squilibrato (il massimo grado di squilibrio corrisponde ad un carico monofase). In questa condizione si simula che, in una linea trifase con neutro, venga alimentato un unico utilizzatore monofase (caso più gravoso).

#### 1.1.5.4 Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove

$T_R$  = è la temperatura a regime espressa in °C  
 $T_Z$  = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C  
 $T_A$  = è la temperatura ambiente espressa in °C  
 $n$  = è il rapporto tra la corrente d'impiego  $I_B$  e la portata  $I_z$  del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

#### 1.1.6 Lunghezza max protetta per guasto a terra

$$I_k \text{ min a fondo linea} > I_{int}$$

Dove

$I_k \text{ min}$  = corrente di corto circuito minima tra fase e conduttore di protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze dei conduttori a monte del tratto in esame.  
 $I_{int}$  = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla Tabella 41A di 413.1.3.3.  
Il valore  $I_{int}$  viene rilevato dall'intersezione tra la retta del tempo (a 5s oppure secondo tab.41A) e la curva  $I^2t$  della protezione (interruttori e sganciatori termomagnetici) oppure dalla curva tempo-corrente (interruttori elettronici). Se è presente un interruttore differenziale,  $I_{int}$  corrisponde al valore di  $I_d$ .

#### 1.1.7 Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

#### 1.1.8 Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante Rifasamento, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg \varphi_i - tg \varphi_f)$$

Dove

$Q_c$  = è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.  
 $P$  = è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.  
 $tg \varphi_i$  = è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.  
 $tg \varphi_f$  = è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

### 1.2 Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma

#### 1.2.1 Correnti di cortocircuito

$$I_k = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove

per  $I_k$  trifase:  $U_n$  = tensione concatenata  
 $C$  = fattore di tensione  
 $K$  =  $\sqrt{3}$   
 $Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$

per  $I_k$  fase-fase:  $U_n$  = tensione concatenata  
 $C$  = fattore di tensione  
 $K$  = 2  
 $Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$

per  $I_k$  fase-neutro:  $U_n$  = tensione concatenata  
 $C$  = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

per  $I_k$  fase-protezione:  $U_n =$  tensione concatenata

$C =$  fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protezz.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protezz.})^2}$$

### 1.2.1.1 Fattore di tensione

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 1

	$I_{k\ MAX}$	$I_{k\ min}$
<b>C</b>	1	0.95
<b>R</b>	$R_{20^\circ C}$	$R = \left[ 1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C} (\theta_e - 20^\circ C) \right] R_{20^\circ C}$ (Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la  $R_{20^\circ C}$  è la resistenza del cavo a  $20^\circ C$  e  $\theta_e$  è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo. Il valore di default è  $145^\circ C$  (come riportato nell'esempio di calcolo della norma CEI 11-28)

I valori di resistenza e reattanza utilizzati per i calcoli sono riportati al punto 1.6.1

### 1.2.2 Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

#### Premessa

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left( \frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:

$Z_{mot} =$  è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti

$R_{mot} =$  è la resistenza in funzione dei motori predefiniti  
 $X_{mot} =$  è la reattanza in funzione dei motori predefiniti

### 1.2.3 Verifica del potere di chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_p \leq I_{CM}$$

Dove

$I_p =$  è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)  
 $I_{CM} =$  è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

#### 1.2.3.1 Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta  $I_p$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove

$I_K'' =$  è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito  
 $K_{CR} =$  è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di  $I_p$  può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).

Il valore di  $I_{CM}$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} \cdot n$$

Dove:

$I_{CU} =$  è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito  
 $n =$  è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

**Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto  $n$  tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)**

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore $n$ $n = \frac{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}{\text{potere di interruzione in cortocircuito}}$
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

### 1.2.4 Verifica dei condotti sbarre

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I_p^2 t \leq I_{CW}^2$$

#### 1.2.4.1 Valore di cresta $I_p$ della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta  $I_p$  è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove

$I_{k''}$  = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito  
 $K_{CR}$  = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

### 1.2.4.2 Verifica della tenuta del condotto sbarre

$$I^2 t \leq I_{cw}^2$$

Dove  
 $I^2 t$  = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva  $I^2 t$  della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito  
 $I_{cw}^2$  = corrente ammissibile di breve durata (1s) sopportata dal condotto sbarre

## 1.3 Lettura tabelle riepilogative di verifica

### 1.3.1 Dati relativi alla linea

Sigla = identificativo alfanumerico introdotto nello schema  
Sezione = formazione e sezione della conduttura  
es.: 4X50+PE16 per cavo di neutro = cavo di fase  
es.: 2Fj+1Nh+PEg per cavo di neutro diverso dal cavo di fase o con cavi fase (F), neutro (N), protezione (PE); in parallelo (1F, 2F, 3F ecc.).  
(la lettera minuscola indica la sezione ed è riportata di seguito nelle tabelle)  
lunghezza = lunghezza della conduttura in metri

### 1.3.2 Secondo Tabelle UNEL 35024/1

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es. 115/1U\_\_2/30/1  
Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)  
Rif. metodo d'installazione \_Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8  
Temperatura di esercizio  
Coefficiente correttivo di portata

### 1.3.3 Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es. 115/A2\_\_2/30/1  
Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)  
Rif. metodo d'installazione \_Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8 (vedere tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3)  
Temperatura di esercizio  
Coefficiente correttivo di portata

### 1.3.4 Secondo Tabelle UNEL 35024/70

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi (es. 115/01-01/30/1)  
Tipo isolante (115 = PVC, 135 = Gomma G2, 143 = EPR)  
Colonne portate/modo (vedere tabella nella pagina successiva)  
Temperatura di esercizio  
Coefficiente correttivo di portata

### 1.3.5 Dati relativi alla protezione

(letti da archivio apparecchiature)  
tipo e curva = Stringa di testo del tipo di apparecchiatura  
numero dei poli = Poli dell'apparecchiatura  
corrente nominale ( $I_n$ ) = Corrente di taratura della protezione  
potere di interruzione (P.d.I.) = Potere di interruzione della apparecchiatura  
corrente differenziale ( $I_d$ ) = Corrente differenziale della protezione  
corrente di intervento = Corrente di intervento della protezione

### 1.3.6 Parametri elettrici

$I^2 t \leq K^2 S^2$  = (valori calcolati o letti sull'archivio apparecchiature)  
 $I_k$  max a fondo linea = Corrente di corto circuito massima a fine linea  
 $I_k$  min a fondo linea = Corrente di corto circuito minima a fondo linea  
 $I_{gt}$  fase/protezione a f.l. = Corrente di corto circuito fase/PE a fondo linea

$I_{t}^{2}$ inizio linea =	Energia specifica passante massima ad inizio linea
$I_{t}^{2}$ fondo linea =	Energia specifica passante massima a fondo linea
$K^2S^2$ =	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
$I_B$ =	Corrente nominale del carico
$I_n$ =	Corrente di taratura della protezione
$I_z$ =	Portata della conduttura
$I_f$ =	Corrente di funzionamento della protezione
C.d.t. con $I_B$ =	Caduta di tensione con la corrente del carico
C.d.t. con $I_n$ =	Caduta di tensione con la corrente di taratura
Lungh. max protetta per g.t. =	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A
Lunghezza max =	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A, per avere un corto circuito Trifase / Fase - Fase / Fase - Neutro superiore alla corrente di intervento della protezione (se richiesta la verifica), per avere una caduta di tensione inferiore al valore massimo impostato.

#### 1.4 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1

Le tabelle seguenti riportano la corrispondenza esistente tra le tipologie di posa della norma CEI 64-8 tabella 52 C e le tabelle di portata dei cavi delle norme UNEL 35024/1 e UNEL 35026. Le tabelle sono caratterizzate da tre colonne. Il contenuto delle colonne è il seguente:

<b>Tipo posa:</b>	riferimento numerico della posa secondo la Tabella 52C.
<b>Descrizione:</b>	descrizione della posa secondo la Tabella 52C della norma CEI 64-8/5.
<b>Metodo di installazione:</b>	è la tipologia di posa prevista dalla norma UNEL 35024/1 e UNEL 35026 in corrispondenza della quale è possibile ricavare la portata del cavo. Il metodo viene indicato con il riferimento della tabella delle portate e un numero progressivo. Il numero progressivo rappresenta la posizione della metodologia di posa prevista nella tabella.

##### 1.4.1 Cavi Unipolari - Pose

**Tabella 2** - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1, CEI UNEL 35026 e CEI 20-91

UNIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	1U
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	2U
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	2U
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	2U
10	Per il collegamento dei pannelli fotovoltaici	10U
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4U
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	4U
13	con o senza armatura su passerelle perforate	5U
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	5U
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	5U, 6U, 7U
15	con o senza armatura fissati da collari	5U, 6U, 7U
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	5U, 6U, 7U
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	5U
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	3U
21	con guaina in cavità di strutture	4U
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	2U
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	2U
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	2U
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	4U
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	2U
32	con guaina in canali verticali su pareti	2U

33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	2U
34	senza guaina in canali sospesi	2U
34A	con guaina in canali sospesi	
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	2U
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	2U
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	4U
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	1U
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	4U
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	4U
61	in tubi protettivi interrati a contatto	8U
61	in tubi protettivi interrati	9U
62	Interrati a contatto senza protezione meccanica addizionale	8U
62	Interrati senza protezione meccanica addizionale	9U
63	Interrati a contatto con protezione meccanica addizionale	8U
63	Interrati con protezione meccanica addizionale	9U
71	senza guaina in elementi scanalati	1U
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	2U
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	1U
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	1U

### 1.4.2 Cavi Multipolari - Pose

**Tabella 3** - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1 e CEI UNEL 35026

MULTIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	1M
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	2M
4A	in tubi non circolari su pareti	2M
5A	in tubi annegati nella muratura	2M
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4M
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	4M
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	
13	con o senza armatura su passerelle perforate	3M
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	3M
15	con o senza armatura fissati da collari	3M
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	3M
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	3M
21	in cavità di strutture	2M
22A	in tubi in cavità di strutture	2M
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	2M
31	in canali orizzontali su pareti	2M
32	in canali verticali su pareti	2M
33A	in canali incassati nel pavimento	2M
34A	in canali sospesi	2M
43	in cunicoli aperti o ventilati	2M
51	entro pareti termicamente isolanti	1M
52	in muratura senza protezione meccanica	4M
53	in muratura con protezione meccanica	4M
61	in tubi o cunicoli interrati	8M
62	interrati senza protezione meccanica	8M
63	interrati con protezione meccanica	8M
73	posati in stipiti di porte	1M
74	posati in stipiti di finestre	1M
81	immersi in acqua	

### 1.4.3 Cavi Unipolari - Portate

**Tabella 4** - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi unipolari con o senza guaina relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi unipolari con o senza guaina																						
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm <sup>2</sup>																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1U	PVC	2	-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-
		3	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-	-	-
	EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424	-	-	-	-
		3	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380	-	-	-	-
2U	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-	-	-
	EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-	-	-	-
		3	15	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-	-	-	-
3U	PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-	-	-
		3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-
	EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-	-	-	-
4U	PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855
	EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088
5U	PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868	1005
		3	-	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	689	789	905
	EPR	2	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254
		3	-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	868	998	1151
6U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
		3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
		3	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
7U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
		3	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362
		3	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362

### 1.4.4 Cavi Multipolari - Portate

**Tabella 5** - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi multipolari relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi multipolari			
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori	Sezione nominale mm <sup>2</sup>

		attivi																								
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630				
1M	PVC	2	-	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-	-				
		3	-	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-	-				
	EPR	2	-	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-	-				
		3	-	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-	-				
2M	PVC	2	13,5	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-	-				
		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-	-				
	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-	-				
		3	15	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-	-				
3M	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-	-				
		3	13,6	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-	-				
	EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-	-				
		3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-	-				
4M	PVC	2	15	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-	-				
		3	13,5	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-	-				
	EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693	-	-	-				
		3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-	-				

#### 1.4.5 Coefficienti di temperatura per pose in aria libera

**Tabella 6** - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alle pose in aria libera secondo la tabella CEI Unel 35024/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C, per le pose in aria libera.

La portata in tal caso è data da:  $I_T = I_{30^\circ} * K$

Dove

- $I_T$  = è la portata del cavo alla temperatura considerata
- $I_{30^\circ}$  = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C
- $K$  = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0,91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0,61	0.76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

#### 1.4.6 Coefficienti di temperatura per pose interraste

**Tabella 7** - Tabella dei coefficienti di correzione per temperature di posa (K1) relative ai cavi interrati secondo la tabella UNEL 35026/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 20°C, per le pose interraste.

La portata in tal caso è data da:  $I_T = I_{20^\circ} * K$

Dove

- $I_T$  = è la portata del cavo alla temperatura considerata

$I_{20}$  =  
K =

è la portata del cavo alla temperatura di 20°C  
è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

#### 1.4.7 Colori distintivi dei conduttori

Tabella 8 - Colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

Blu chiaro	Riservato al Neutro
Giallo - Verde	Riservato esclusivamente ai conduttori di terra, di protezione di collegamenti equipotenziali. I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti: Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità; Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
Marrone, Nero, Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase.

Tabella 9 - Sezioni minime dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 514)

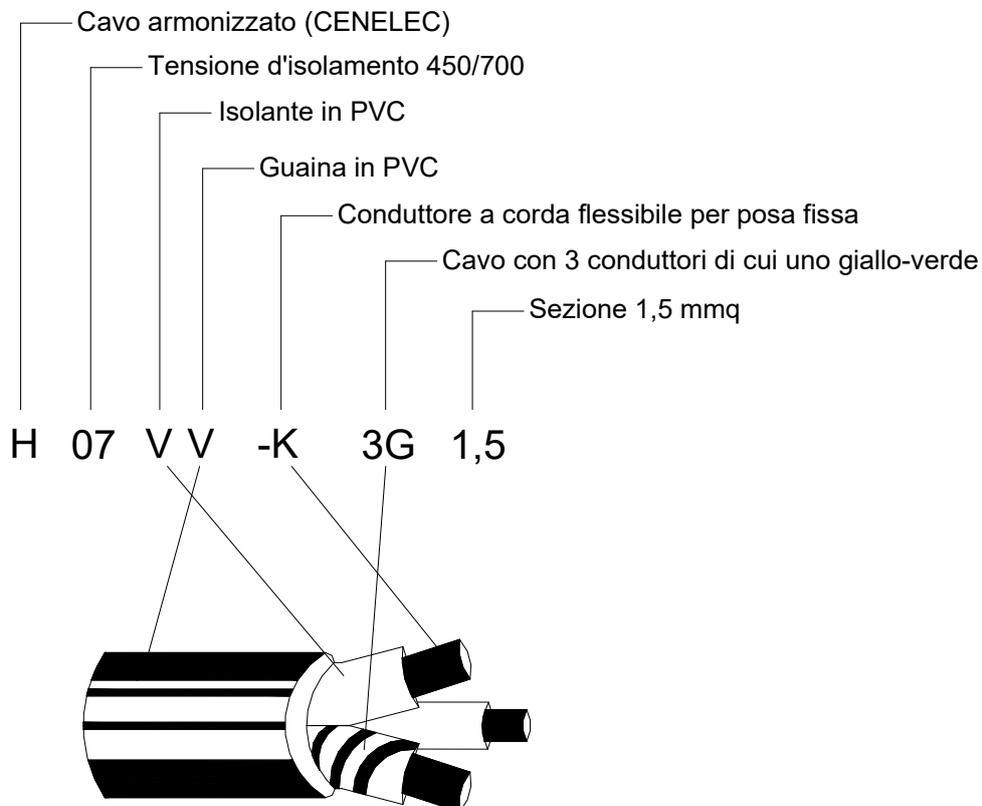
0,5 mm <sup>2</sup>	Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando. Se questi circuiti sono elettronici è ammessa anche la sezione di 0,1 mm <sup>2</sup> .
0,75 mm <sup>2</sup>	Conduttore mobile con cavi flessibili (con e senza guaina).
1,5 mm <sup>2</sup>	Circuiti di potenza.

#### 1.4.8 Sigle di designazione dei cavi

Tabella 10 - Sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata..... H	A
	Tipo nazionale autorizzato..... A	
	Tipo nazionale..... N	
Tensione nominale	300/300 V..... 03	
	300/500 V..... 05	
	450/750 V..... 07	
	0,6/1 kV..... 1	

Isolante	PVC..... V Gomma naturale e/o sintetica..... R Gomma siliconica..... S Gomma etilenpropilenica..... B Gomma Butilica..... B3 Polietilene..... E Polietilene reticolato..... X	
Guaina (eventualmente)	PVC..... V Gomma naturale e/o sintetica..... R Policloroprene..... N Treccia di fibra di vetro..... J Treccia Tessile..... T	B
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili..... H Cavo piatto, anime non divisibili..... H2 Cavo rotondo (nessun simbolo)	
Conduttore	A filo unico rigido..... U A corda rigida..... R A corda flessibile per posa fissa..... K A corda flessibile per posa mobile... F A corda flessibilissima..... H	
Numero di anime.....		C
Senza conduttore di protezione..... X Con conduttore di protezione..... G Sezione del conduttore.....		



**1.4.8.1 Esempio di designazione di un cavo**

## 1.5 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983

### 1.5.1 Portate in funzione del tipo di posa

Tabella 11 - Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm <sup>2</sup>														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XP/EP	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XP/EP	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
		3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XP/EP	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XP/EP	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
		3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XP/EP	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
		3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XP/EP	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
		3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XP/EP	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
		3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
		2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
G	XP/EP	3 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
		3 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
G	XP/EP	3 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note: (1) - Disposti a trefolo  
(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

### 1.5.2 Cavi Unipolari - Pose

Tabella 12 - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

UNIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A

11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

### 1.5.3 Cavi Multipolari - Pose

**Tabella 13** - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi multipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

MULTIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	A2
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	B2
4A	in tubi non circolari su pareti	B2
5A	in tubi annegati nella muratura	A2
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	E
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
21	in cavità di strutture	B2
22A	in tubi in cavità di strutture	B2
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	B2

25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	in canali orizzontali su pareti	B
32	in canali verticali su pareti	B2
33A	in canali incassati nel pavimento	B2
34A	in canali sospesi	B2
43	in cunicoli aperti o ventilati	B
51	entro pareti termicamente isolanti	A
52	in muratura senza protezione meccanica	C
53	in muratura con protezione meccanica	C
61	in tubi o cunicoli interrati	D
62	interrati senza protezione meccanica	D
63	interrati con protezione meccanica	D
73	posati in stipiti di porte	A
74	posati in stipiti di finestre	A
81	immersi in acqua	A

## 1.6 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70

Tabella 14 - Tabella riepilogativa di tipo, posa e portata dei conduttori della tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo ⇒	01	02	03	04	05	06	07		
tipo conduttore	multipolari	unipolari con o senza guaina	unipolari non distanziati senza guaina	con guaina	multipolari distanziati	unipolari distanziati senza guaina	con guaina		
tipo posa	entro tubi o sotto modanature		su passerelle	su passerelle a parete su fune portante	su passerelle a parete	su passerella	su passerella su isolatori		
portata ↓	Protezione conduttori: PVC o Gomma G ↓ numero di conduttori								
01	4								
02		3	4		4				
03	4	2	3	4		3			
04		3	4	2	3	4	2		
05		2	3	4	2	3	2-3-4		
06				2	3	2	2-3-4		
07					2		2-3-4		
08						2-3-4			
	Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR								
	01	02	03	04	05	06	07	08	
SEZIONE ↓	PORTATE ↓								
a	1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23
b	1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29
c	2,5	19	21	24	26	30	33	37	40
d	4	25	28	32	35	40	45	50	55
e	6	32	36	41	46	52	58	64	70
f	10	44	50	57	63	71	80	88	97
g	16	59	68	76	85	96	107	119	130
h	25	75	89	101	112	127	142	157	172
i	35	97	111	125	138	157	175	194	213
j	50	-	134	151	168	190	212	235	257
k	70	-	171	192	213	242	270	299	327
l	95	-	207	232	258	293	327	362	396
m	120	-	239	269	299	339	379	419	458
n	150	-	275	309	344	390	435	481	527
o	185	-	314	353	392	444	496	549	602
p	240	-	369	415	461	522	584	645	707

### 1.6.1 Dati tecnici dei cavi

**Tabella 15** - Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm <sup>2</sup>	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	R <sub>20 °C</sub>	X	R <sub>20 °C</sub>	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
1	17,82	0,176	18,14	0,125
1,5	11,93	0,168	12,17	0,118
2,5	7,18	0,155	7,32	0,109
4	4,49	0,143	4,58	0,101
6	2,99	0,135	3,04	0,0955
10	1,80	0,119	1,83	0,0861
16	1,137	0,112	1,15	0,0817
25	0,717	0,106	0,731	0,0813
35	0,517	0,101	0,527	0,0783
50	0,381	0,101	0,389	0,0779
70	0,264	0,0965	0,269	0,0751
95	0,190	0,0975	0,194	0,0762
120	0,152	0,0939	0,154	0,0740
150	0,123	0,0928	0,126	0,0745
185	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
240	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
300	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
400	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
500	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
630	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

N.B.: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione.

Il cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione è possibile inserirlo nei dati di ingresso del quadro generale, però è possibile gestirlo in maniera più efficace creando un quadro fittizio in cui viene identificato solo il collegamento.

### 1.6.2 Coefficienti di temperatura

**Tabella 16** - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alla tabella Unel 35024/70

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C.

La portata in tal caso è data da:  $I_T = I_{30^\circ} * K$

dove  $I_T$  = è la portata del cavo alla temperatura considerata

$I_{30^\circ}$  = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	Gomma (G2)	EPR
15	1.17	1.22	1.13
20	1.12	1.15	1.09
25	1.06	1.06	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.91	0.95
40	0.87	0.82	0.90
45	0.79	0.71	0.85
50	0.71	0.58	0.80

## 1.7 Verifica della sovratemperatura dei quadri

### 1.7.1 Verifica sovratemperatura secondo CEI 17-43

**Campo di applicazione (CEI 17-43 § 2)**

Il presente metodo si applica ad ANS chiuse in involucri o a scomparti separati di ANS senza ventilazione forzata.

- Note: 1. *L'influenza dei materiali e lo spessore delle pareti usualmente adottati per gli involucri sulle temperature a regime è trascurabile. Il metodo è perciò applicabile agli involucri in lamiera d'acciaio, in lamiera di alluminio, in ghisa, in materiali isolanti e similari.*
2. *Per ANS di tipo aperto e con protezione frontale, non è necessaria la determinazione delle sovratemperature qualora sia evidente che le temperature dell'aria non sono suscettibili di eccessivi aumenti.*

### Oggetto (CEI 17-43 § 3)

Il metodo proposto permette di determinare la sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro.

Nota: *La temperatura dell'aria interna all'involucro è uguale alla temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'involucro più la sovratemperatura dell'aria interna all'involucro dovuta alla potenza dissipata dall'apparecchiatura installata.*

*Salvo specificazione contraria, la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS è la temperatura specificata per ANS per installazione all'interno (valore medio su 24 ore) di 35 °C. se la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS nel luogo di utilizzo supera i 35 °C, questa temperatura più elevata è considerata la temperatura dell'aria ambiente dell'ANS.*

### Condizioni di applicazione (CEI 17-43 § 4)

Questo metodo di calcolo è applicabile solo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- La ripartizione della potenza dissipata all'interno dell'involucro è sostanzialmente uniforme;
- L'apparecchiatura installata è disposta in modo da non ostacolare, se non in maniera modesta, la circolazione dell'aria;
- L'apparecchiatura installata è prevista per c.c. o per c.a. fino a 60 Hz compresi, con la somma delle correnti dei circuiti di alimentazione non superiore a 3150 A;
- I conduttori che trasportano le correnti elevate e le parti strutturali sono disposti in modo che le perdite per correnti parassite siano trascurabili;
- per gli involucri con aperture di ventilazione, la sezione delle aperture d'uscita dell'aria è almeno 1,1 volte la sezione delle aperture di entrata;
- non ci sono più di tre diaframmi orizzontali nell'ANS o in uno dei suoi scomparti;
- qualora gli involucri con aperture esterne di ventilazione siano suddivisi in celle, la superficie delle aperture esterne di ventilazione in ogni diaframma interno orizzontale deve essere almeno uguale al 50% della sezione orizzontale della cella.

### Informazioni necessarie per il calcolo (CEI 17-43 § 5.1)

Per calcolare la sovratemperatura dell'aria all'interno di un involucro sono necessari i seguenti dati:

- dimensioni dell'involucro: altezza/larghezza/profondità;
- tipo di installazione dell'involucro;
- progetto dell'involucro, per esempio con o senza aperture di ventilazione;
- numero di diaframmi orizzontali interni;
- potenze dissipate effettive dell'apparecchiatura installata nell'involucro;
- potenze dissipate effettive ( $P_n$ ) dei conduttori.

#### 1.7.1.1 Fattore nominale di contemporaneità (CEI 17-13/1 § 4.7)

##### (Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)

Il fattore nominale di contemporaneità di una APPARECCHIATURA o di parte di essa avente diversi circuiti principali (per esempio uno scomparto o una frazione di scomparto), è il rapporto tra il valore massimo della somma, in un momento qualsiasi, delle correnti effettive che passano in tutti i circuiti principali considerati e la somma delle correnti nominali di tutti i circuiti principali dell' APPARECCHIATURA o della parte considerata di questa.

Quando il costruttore assegna un fattore nominale di contemporaneità, questo fattore deve essere usato per la prova di sovratemperatura conformemente alla 8.2.1.

Nota: *In assenza di informazioni relative ai valori delle correnti effettive, possono essere utilizzati i seguenti valori convenzionali:*

Numero di circuiti	Fattore di contemporaneità
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
6 e 9 (compreso)	0,7
10 e oltre	0,6

Tali coefficienti sono utilizzati sulle partenze; mentre sugli arrivi si effettua la sommatoria delle **In a valle** e se tale somma è inferiore alla **In del generale** ne si esegue il rapporto se no si imposta il valore di **K pari a 1**.

#### 1.7.2 Verifica sovratemperatura secondo CEI 23-51

##### Campo di applicazione (23-51 § 1.2)

La presente Norma Sperimentale si applica ai quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare realizzati assemblando involucri vuoti, conformi alla Norma Sperimentale CEI 23-49, con dispositivi di protezione ed apparecchi elettrici che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.

Tali quadri devono essere:

- adatti ad essere utilizzati a temperatura ambiente normalmente non superiore a 25 °C ma che occasionalmente può raggiungere i 35 °C;
- destinati all'uso in corrente alternata con tensione nominale non superiore a 440 V;
- con corrente nominale in entrata non superiore a 125 A (vedi Nota 1);
- con corrente presunta di cortocircuito nominale non superiore a 10 kA o protetti da dispositivi di protezione limitatori di corrente aventi corrente di picco limitata non eccedente 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di cortocircuito massima ammissibile ai terminali dei circuiti di entrata del quadro;
- destinati ad incorporare apparecchi di protezione e manovra per uso domestico e similare con corrente nominale non superiore a 125 A.

Note: 1. Se il quadro è alimentato da più linee contemporaneamente, tale limite si riferisce alla somma delle correnti entranti.  
2. In mancanza di Norme per altri tipi di quadri, la presente Norma può fornire indicazioni per la loro realizzazione purché venga rispettato quanto indicato nel presente paragrafo.

La presente Norma Sperimentale non prende in considerazione gli involucri da parete, da incasso e semiincasso destinati ad apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quali ad esempio interruttori elettronici, prese a spina, relè, piccoli interruttori differenziali o differenziali magnetotermici o piccoli interruttori automatici (vedi Norma CEI 23-49).

Si intendono apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quelli che si installano nelle scatole di cui alla Norma CEI 23-74.

### 1.7.2.1 Fattore di contemporaneità (23-51 § 4.9)

(Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)

Coefficiente che tiene conto della probabilità che tutti i carichi collegati ai circuiti di uscita possano essere utilizzati contemporaneamente.

Esso si applica ai circuiti di uscita del quadro.

Il fattore di contemporaneità (K) può essere fissato tenendo conto:

- del tipo di utenza (abitazione, ufficio, negozio);
- della natura dei carichi e loro utilizzazione nella giornata;
- del rapporto tra la corrente nominale del quadro ( $I_{nq}$ ) e la somma delle correnti di tutti gli apparecchi di protezione e manovra in uscita ( $I_{nu}$ ).

In mancanza di informazioni sui valori effettivi delle correnti in uscita dei circuiti del quadro, si può fare ricorso ai seguenti valori:

Numero di circuiti	Fattore di contemporaneità
2 e 3	0,8
4 e 5	0,7
6 e 9 (compreso)	0,6
10 e oltre	0,5

### 1.7.2.2 Quadri con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A (CEI 23-51 § 6.2)

Sui quadri, con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A, si devono effettuare soltanto le verifiche prescritte ai punti 1 e 11 della Tabella 1 di pagina 9 di tale norma.

Nota *Nel caso in cui il quadro abbia masse, si deve effettuare anche la prova 9 relativa all'efficienza del circuito di protezione.*

Per la dichiarazione di conformità del quadro alla regola dell'arte è stato predisposto un facsimile nell'Allegato A (certificazione verifica sovratemperatura).

Per la stesura dello schema del quadro si può fare riferimento all'Allegato C (schema unifilare).

### Altre tipologie di quadri con corrente nominale in entrata non superiore a 125 A (CEI 23-51 § 6.3)

Per tutte le altre tipologie di quadri diverse da 6.2 e che ricadono nel campo di applicazione della presente Norma, si devono effettuare le verifiche e prove prescritte ai punti 1, 2, 3, 9 e 11 della Tabella 1, tenendo conto delle indicazioni fornite dal costruttore dell'involucro.

La verifica dei limiti di sovratemperatura può essere fatta in accordo con l'Allegato B della presente Norma.

Per la dichiarazione di conformità del quadro alla regola dell'arte è stato predisposto un facsimile nell'Allegato A (certificazione verifica sovratemperatura)

Per la stesura dello schema del quadro si può fare riferimento all'Allegato C (schema unifilare).

<b>Dott. Ing. C. Tarozzi</b> Albo Ing. Prov. Ancona n° 1594 Abilitaz. Prev. Incendi AN01594100304 T.C.Acustica DD n. 337TRA_08 14/9/09	
Timbro e Firma Tecnico incaricato	Per ricevuta Timbro e Firma Committente

COMUNE DI LORETO Prot.0017737-11/07/2018-E960-PG-LLPP-00060005-P

