



## PROVINCIA DI BRESCIA

### AREA TECNICA E DELL'AMBIENTE

SETTORE DELLE STRADE  
EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE

## I.I.S. " PASCAL "

COMUNE DI MANERBIO – PROV. BRESCIA

LAVORI DI COMPARTIMENTAZIONE ARCHIVI,  
LABORATORI E RIFACIMENTO PAVIMENTAZIONI

## PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO:

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTI  
ELETTRICI**

ALLEGATO

**R.I.E.**

DATA

SCALA : -----

PRF N.

**Dicembre 2017**

PROGETTO REDATTO DA

**Dott. Ing. Antonio CELLA**

**ING. ANTONIO CELLA**  
Ord. Ing. Provincia di BRESCIA  
N° 2735

Il responsabile unico  
del procedimento

**dott. Arch. Margherita COLOMBINI**

VISTO: IL DIRETTORE DEL SETTORE  
DELLE STRADE, EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE  
**dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli**

## **OGGETTO: I.I.S. “B. Pascal” Comune di Manerbio (BS)**

Lavori di compartimentazione archivi, laboratori e rifacimento pavimentazione  
Progetto impianti elettrici e speciali

### **RELAZIONE TECNICA ESECUTIVA**

La presente relazione, ha per oggetto l'inquadramento dei limiti normativi e progettuali, nonché la descrizione del progetto esecutivo per la realizzazione degli impianti elettrici, a servizio dell'ampliamento del laboratorio TLC, del nuovo laboratorio di disegno e tecnologia, del nuovo laboratorio di sistemi e automazione, e dell'adeguamento dell'impianto elettrico e dell'impianto di rivelazione incendi esistenti.

#### **Descrizione opere previste:**

##### **1. Mappatura impianti laboratori didattici**

Al fine di consentire gli interventi di compartimentazione delle pareti dei laboratori, si rende necessario il distacco provvisorio dalle pareti oggetto di intervento di tutte le componenti impiantistiche, (prese, tubazioni passacavi, canaline, placche, porta interruttori, linee trasmissione dati, tubazioni aria compressa ecc.), ed il successivo riposizionamento a compartimentazione completata.

Il progetto prevede una mappatura delle componenti impiantistiche interferenti con le pareti oggetto di intervento al fine di valutare opportunamente i lati di intervento più convenienti per l'esecuzione.

##### **2. Impianti elettrici e trasmissione dati nuovi laboratori.**

Come da accordi il progetto esecutivo, comprende la progettazione esecutiva degli impianti elettrici a servizio del nuovo laboratorio disegno e tecnologia (locale n. 16) e del nuovo laboratorio di sistemi e automazione (locale n. 17) e la progettazione di nuovi gruppi di prese elettriche di forza motrice e prese di trasmissione dati per laboratorio esistente TLC corpo C.

L'esecuzione dei suddetti lavori è completamente a carico della scuola, esclusa la fornitura e posa dei quadri elettrici e della linea dorsale di alimentazione dal quadro aule P.terra al quadro laboratori QE.16-17.

Descrizione sommaria impianti:

#### **Laboratorio TLC**

E' previsto l'ampliamento del quadro elettrico esistente QE.TLC e l'installazione di nuovi gruppi prese elettriche di forza motrice e prese di trasmissione dati per nuovi banchi di lavoro.

#### **Laboratorio disegno e tecnologia (locale n.16) e laboratorio sistemi e automazione (locale n.17)**

L'impianto ha origine dal quadro aule piano terra QE.APT esistente, dove verrà installato nuovo interruttore di alimentazione nuovo quadro laboratori QE.16-17 costituito da quadro a parete in PVC doppio isolamento IP65 con portella di chiusura.

La linea di alimentazione del QE.16-17 verrà realizzata con cavo doppio isolamento FG16(O)M16 posato in canale metallica esistente.

Dal QE.16-17 verranno alimentati i 2 quadri di laboratorio (QE.DT e QE.SAI) costituiti da quadri a parete in metallo con portella di chiusura trasparente IP65.

In entrambi i laboratori verranno installate prese di forza motrice civili 2x10/16 A tipo UNEL installate in canaline attrezzate in PVC con setto separatore, e installate a vista.

Sono previste prese CEE interbloccate quadripolari per alimentazione di macchinari; in particolare nel laboratorio sistemi ed automazione industriale è prevista l'alimentazione di un compressore.

Ogni laboratorio avrà un proprio impianto di trasmissione dati costituito da prese RJ45 categoria 6 derivate da armadio Rack dedicato, installate in canaline attrezzate in PVC con setto separatore.

Verrà eseguito il collegamento dorsale in fibra ottica dei 2 armadi rack con armadio rack negli uffici.

L'impianto d'illuminazione verrà realizzato con nuove lampade con tubazioni fluorescenti e ottica Dark Light, installate su blindoluci; le blindoluci esistenti dovranno essere spostate e installate come da progetto e ampliate dove richiesto.

Verranno installate lampade di sicurezza in ogni laboratorio.

Nel laboratorio sistemi e automazione industriale verrà installato un pulsante di sgancio di emergenza, in quanto è presente un rischio elettrico maggiore, dovuto alle prove eseguite su circuiti elettrici.

La distribuzione degli impianti elettrici sarà realizzata con cavi a doppio isolamento tipo FG16(O)M16-0,6/1 kV, posati in tubazioni rigide a vista in PVC sarel o, dove richiesta una certa resistenza all'urto o alle vibrazioni, in tubazioni in acciaio zincato TAZ rigide a vista o in canale metallica.

In alcuni punti, verrà realizzata con cavi a semplice isolamento FS17-450/750V, posati in tubazioni corrugate serie pesante sottotraccia.

La distribuzione degli impianti elettrici, dovrà sempre essere separata dalla distribuzione degli impianti speciali, utilizzando tubazioni e/o canali distinte.

Cavi FG16(O)M16-0,6/1kV: (CPR Cca-s1b,d1,a1) cavi per energia e segnalazioni, non propaganti l'incendio senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi. In accordo al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11. Tensione nominale 0.6/1 kV. Tensione di prova 4kV.

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina in termoplastica LSZH, qualità M16.

Norme di riferimento: CEI 20-13, CEI 20-38, IEC 60502-1, CEI UNEL 35324-35328-35016, EN 50575:2014, EN 50575/A1:2016;

Cavi FS17-450/750V: (CPR Cca-s3,d1,a3) cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa per interni e cablaggi, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi. In accordo al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11. Tensione nominale 450/750V. Tensione di prova 3kV.

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in PVC tipo S17.

Norme di riferimento: CEI 20-14, CEI UNEL 35716, CEI EN 50525, EN 50575:2014, EN 50575/A1:2016;

### 3. Impianti allarme e rivelazione incendi

All'interno della scuola, ad oggi sono presenti 2 impianti analogici di allarme e rivelazione incendi separati e indipendenti:

- Impianto n.1 installato nel 2002 e ampliato nel 2004 che sorveglia il corpo A aule e l'ingresso;
- Impianto n.2 installato nel 2016 che sorveglia il corpo B uffici, corpo C bar e laboratorio TLC e i corpi D/E palestre e corpo laboratori;

Entrambi gli impianti hanno una tastiera di gestione e segnalazione allarmi installate nel locale portineria.

In questa fase i 2 impianti dovranno essere collegati fra loro, in modo che un qualsiasi allarme di incendio faccia allarmare l'intera scuola.

E' inoltre previsto l'ampliamento dell'impianto di rivelazione incendi esistente:

- Installazione nel corridoio palestre-corpo aule di un pannello ottico-acustico;
- Installazione impianto di rivelazione incendi nel nuovo deposito (ex appartamento custode) collegato all'impianto esistente;
- Installazione nei nuovi laboratori, nel corpo aule piano terra, di rivelatori di fumo;

La distribuzione degli impianti sarà realizzata con cavi resistenti al fuoco per almeno 30min secondo CEI EN 50200 GRADO 4, LSZH a bassa emissione di fumo e zero alogeni posati in tubazioni rigide a vista in PVC sarel e/o in canale metallica.

#### 4. Spostamento quadro elettrico gestione canestri palestra

Il quadro elettrico di gestione canestri palestra grande, verrà spostato in spazio accessibile al personale presente in palestra (circa 3m).

Il tutto completo di scollegamento cavi esistenti, installazione canalina metallica zincata 100x75 con coperchio, derivata da canale esistente, ricollegamento cavi esistenti e se necessario esecuzione giunte e fornitura nuovi spezzoni di cavo per allungamento dei cavi esistenti.

#### 5. Impianto elettrico nuovo deposito

Verrà installato l'impianto elettrico di forza motrice, illuminazione e illuminazione di sicurezza del nuovo deposito (ex appartamento custode).

Il nuovo quadro deposito QE.DEP sarà costituito da quadro a parete in PVC doppio isolamento IP65, e sarà alimentato dal quadro generale.

La linea di alimentazione dal quadro generale verrà realizzata con cavo doppio isolamento FG16(O)R16 posato in tubazione corrugata serie pesante in PVC interrata esistente.

Verranno installate prese di servizio civili 2x10/16 A, plafoniere stagne con tubazioni fluorescenti, lampade di sicurezza e punti di comando luce.

Gli impianti e la distribuzione sarà del tipo a vista, con tubazioni rigide in PVC e cavi a semplice isolamento FS17-450/750V.

#### 6. Sostituzione lampade di sicurezza non funzionanti

Gran parte delle lampade di sicurezza presenti verranno sostituite, in quanto non funzionanti e/o in condizioni tali da non rispettare le prescrizioni minime richieste dalle normative vigenti.

#### 7. Illuminazione di sicurezza palestre

L'impianto d'illuminazione delle palestre verrà completamente rifatto, con installazione di lampade di sicurezza fornite di griglia metallica di protezione, a plafone e in prossimità delle uscite di sicurezza.

La distribuzione degli impianti elettrici sarà realizzata con cavi a doppio isolamento tipo FG16(O)M16-0,6/1 kV posati in tubazioni in acciaio zincato TAZ rigide a vista, derivate da canale metallica esistente.

### **Riferimenti a norme e leggi**

Gli impianti descritti nella presente relazione tecnica, devono essere realizzati secondo i più recenti criteri della tecnica degli impianti e con la scrupolosa osservanza alle leggi e norme vigenti in materia.

### ***Principali disposizioni legislative***

- **Decreto 22 Gennaio 2008, n.37** "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, comma

13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";

- **D.lgs. 9 aprile 2008, n.81** "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- **D.M. 26/08/1992** "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica";

### ***Norme di riferimento***

- **Norma CEI 64-8:** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- **Norma CEI 64-8:** sezione 751 "ambienti a maggior rischio in caso d'incendio"
- **Guida CEI 64-50** "Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali"
- **Guida CEI 64-52** "Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici scolastici"
- **Guida CEI 64-56** Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici
- **Norma UNI EN 10819** "Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
- **Norma UNI 10840** "Luce e illuminazione. Locali scolastici. Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale."
- **Norma UNI EN 12464** "Illuminazione di interni con luce artificiale"
- **Norma UNI EN 1838** Illuminazione di emergenza ;
- **Norma CEI 11-17** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo".
- **Norma CEI 17-114:** apparecchiature assiegate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) –
- **Norma It. CEI 0-2** - Classif. CEI 0-2 - CT 0 - Anno 2002 - Fascicolo 6578 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- **Norma It. CEI 23-51** - Classif. CEI 23-51 - CT 23 - Anno 1996 - Fascicolo 2731 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- **Norma It. CEI 23-51;V1** - Classif. CEI 23-51;V1 - CT 23 - Anno 1998 - Fascicolo 4306 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- **Norma It. CEI 23-51;V3** - Classif. CEI 23-51;V3 - CT 23 - Anno 2001 - Fascicolo 6330 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- **Norma It. CEI 23-51;V4** - Classif. CEI 23-51;V4 - CT 23 - Anno 2003 - Fascicolo 6937 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- **Norma CEI EN 62305-1** – Protezione contro i fulmini- Principi generali.
- **Norma CEI EN 62305-2** – Protezione contro i fulmini- Valutazione del rischio
- **Norma CEI EN 62305-3** – Protezione contro i fulmini- Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- **Norma CEI EN 62305-4** – Protezione contro i fulmini- Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.

- **Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11**
- Prescrizioni e specifiche dettate dall'ente distributore dell'energia elettrica;
- Prescrizioni e specifiche dettate dall'ente distributore delle linee telefoniche;
- Prescrizioni e specifiche dettate dal comando dei Vigili del Fuoco;
- Prescrizioni e specifiche dettate dall'ASL e/o dall'INAIL del territorio di competenza
- **Norma UNI 11224** Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi;
- **Norma UNI 9795 ottobre 2013** Sistemi fissi automatici di rivelazione , di segnalazione manuale e di allarme incendio;
- **Norma UNI EN 54-1** "Introduzione";
- **Norma UNI EN 54-2** "Centrale di controllo e segnalazione";
- **Norma UNI EN 54-23** "Dispositivi ottici di allarme incendio";
- **Norma UNI EN 54-3** "Dispositivi sonori di allarme incendio";
- **Norma UNI EN 54-4** "Apparecchiatura di alimentazione";
- **Norma UNI EN 54-5** "Rivelatori di calore – Rivelatori puntiformi";
- **Norma UNI EN 54-7** "Rivelatori di fumo – Rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione";
- **Norma UNI EN 54-10** "Rivelatori di fiamma – Rivelatori puntiformi";
- **Norma UNI EN 54-11** "Punti di allarme manuale";
- **Norma UNI EN 54-12** "Rivelatori di fumo – Rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso";
- **Norma UNI EN 54-20** Rivelatori di fumo ad aspirazione
- **Norma UNI EN 54-25** "Componenti che utilizzano collegamenti via radio
- **Norma CEI EN 50200** Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza;

La rispondenza degli impianti alle NORME è da intendere nel senso più restrittivo e anche ogni singolo elemento dell'impianto dovrà esserne rispondente.

Tutti gli impianti dovranno avere i requisiti alle finalità richieste e sicuri nelle condizioni di esercizio.

## **CLASSIFICAZIONE IMPIANTO ELETTRICO**

Le caratteristiche dell'energia elettrica al punto di consegna ente distributore sono:

**Tensione nominale**  
**Sistema di distribuzione**  
**Tipologia**

**400 V Bassa Tensione**  
**I<sup>a</sup> categoria**  
**TT**

|  |
|--|
| <b>CLASSIFICAZIONE DELL' AMBIENTE.</b> |
|--|

## **SCUOLE DI OGNI ORDINE E GRADO E TIPO, ACCADEMIE E SIMILI**

I locali della scuola vengono classificati secondo la Norma CEI 64.8 Parte 7.751 e rientrano nell'Allegato A punto della norma CEI 64.8/7.

**Ambienti ed applicazioni particolari - Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio ovvero ambienti che presentano in caso d'incendio un rischio maggiore di quello che presentano gli ambienti ordinari. Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose**

**Si rende necessario ridurre al minimo la probabilità che l'impianto elettrico sia causa d'innescio e di propagazione d'incendi.**

## **Definizioni**

**Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio (Norma CEI 64-8/7 Sez.751)** Sono definiti a maggior rischio in caso d'incendio tutti quegli ambienti che, a differenza di quelli ordinari, presentano, nei confronti dell'incendio, un rischio maggiore. Il compito di individuare i luoghi a maggior rischio in caso d'incendio spetta al datore di lavoro nell'ambito delle fasi operative di valutazione dei rischi. Il progettista riceve il risultato di queste valutazioni come dato d'ingresso per la stesura del progetto. Il rischio può essere inteso come il prodotto della probabilità che si verifichi l'incendio per la presunta entità del danno a cose persone o animali. Individuare gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio non è più compito del progettista dell'impianto elettrico, ma del proprietario dell'impianto che nei casi più complessi può avvalersi di esperti (anche lo stesso progettista) e del parere dei Vigili del Fuoco.

Indicativamente si possono considerare i seguenti elementi :

- densità di affollamento ;
- massimo affollamento ipotizzabile ;
- capacità di deflusso o di sfollamento ;
- entità del danno per animali e/o cose ;
- comportamento al fuoco delle strutture dell'edificio ;
- presenza di materiali combustibili ;
- tipo di utilizzazione dell'ambiente ;
- situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio (adeguati mezzi di segnalazione ed estinzione incendi, piano di emergenza e sfollamento, addestramento del personale, distanza dal più vicino distaccamento del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, esistenza di Vigili del fuoco aziendali ecc...).

**Carico d'incendio** - Potenziale termico della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, ivi compresi i rivestimenti dei muri, delle pareti provvisorie, dei pavimenti e dei soffitti. Convenzionalmente è espresso in chilogrammi di legna equivalente ( potere calorifico 18442 kJ/kg o 4400 kcal/kg)

**Carico d'incendio specifico** - Carico d'incendio riferito all'unità di superficie lorda.

**Classe del compartimento antincendio** - Numero indicativo che esprime in minuti primi la durata minima di resistenza al fuoco da richiedere alla struttura del compartimento in esame. Sono previste sette classi : 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180. Più alta è la classe più pericoloso è il compartimento e quindi le misure di protezione devono essere più restrittive.

**Luogo sicuro** - Spazio coperto ovvero compartimento antincendio, separato da altri compartimenti mediante spazio coperto o filtri a prova di fumo, avente caratteristiche idonee a ricevere e contenere un predeterminato numero di persone (luogo sicuro statico), ovvero a consentirne il movimento (luogo sicuro dinamico).

**Materiale combustibile** - Il componente o i componenti variamente associati che può/possono partecipare alla combustione in dipendenza della propria natura chimica e delle effettive condizioni di messa in opera per l'utilizzazione. Si considerano combustibili i materiali non appartenenti alla Classe 0 in relazione al fuoco.

**Sistema di vie d'uscita** - Percorso senza ostacoli al deflusso che consente alle persone che occupano un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro. La lunghezza massima del sistema di vie d'uscita è stabilita da apposite Norme.

**Compartimento antincendio** - Parte di edificio delimitata da elementi di resistenza al fuoco predeterminata ed organizzata per rispondere alle esigenze della prevenzione incendi.

**Capacità di deflusso o di sfollamento** - Numero massimo di persone che, in un sistema di vie di uscita, si assume possano defluire attraverso l'uscita di "modulo uno". Tale dato, stabilito dalla Norma, tiene conto del tempo occorrente per lo sfollamento ordinato di un compartimento.

**Volume del materiale combustibile** - Volume occupato dal materiale combustibile presente e da quello la cui presenza è prevista, tenendo conto dell'utilizzazione dell'ambiente, delle reali delimitazioni di deposito e di quelle di spandimento sia allo stato liquido sia allo stato solido non compatto (per es. fibre o trucioli) provocate dalle lavorazioni, dal convogliamento e dalle manipolazioni od anche da guasti e rotture del sistema di contenimento dovute ad eventi non catastrofici

### **Prescrizioni comuni di protezione contro l'incendio per i componenti escluse le condutture**

Ai fini della protezione contro l'incendio, gli impianti elettrici devono essere conformi alle prescrizioni integrative che seguono:

a) i componenti elettrici sono limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare;

b) nel sistema di vie d'uscita non saranno installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili.

I condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione;

c) negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo;

d) tutti i componenti elettrici rispettano le prescrizioni contenute nella Sezione 422 della norma CEI 64-8/4 sia in funzionamento ordinario dell'impianto sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione.

Questo può essere ottenuto mediante un'adeguata costruzione dei componenti dell'impianto o mediante misure di protezione aggiuntive da prendere durante l'installazione

Inoltre i componenti elettrici applicati in vista (a parete o a soffitto) per i quali non esistono le Norme relative sono di materiale resistente alle prove previste nella tabella riportata nel Commento della Sezione 422 della norma CEI 64-8/4, assumendo per la prova al filo incandescente 650 °C anziché 550 °C;

e) gli apparecchi di illuminazione devono inoltre essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminanti, se, ed in particolare per i questi sono combustibili faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere:

Fino a 100 W: 0,5 m

Da 100 a 300 W: 0,8 m

Da 300 a 500 W: 1 m

Le lampade e altre parti componenti degli apparecchi di illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche. Tali mezzi di protezione non devono essere fissati sui portalampade a meno che essi non siano parte integrante dell'apparecchio di illuminazione.

I dispositivi di limitazione della temperatura devono essere provvisti di ripristino solo manuale.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali riscaldatori, resistori, ecc., non devono raggiungere temperature più elevate di quelle relative agli apparecchi di illuminazione. Questi apparecchi devono essere per costruzione o installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

### **Prescrizioni comuni di protezione contro l'incendio per le condutture**



Generalmente i fattori che causano incendi nelle condutture elettriche sono: cortocircuiti, riscaldamenti, contatti elettrici e coinvolgimento delle condutture stesse in incendi; pertanto, esse devono essere realizzate in modo da non essere né causa d'innescò né causa di propagazione di incendi indipendentemente dai fattori elettrici e/o fisici che li hanno causati.

Per il raggiungimento degli scopi sopra prefissati, le condutture devono essere realizzate e protette come indicato nei punti seguenti.

- a) le condutture che attraversano questi luoghi, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che le connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco (come definita nelle relative norme di prodotto), per esempio soddisfino le prescrizioni per scatole da parete in accordo con la Norma IEC 60670
- b) è vietato l'uso dei conduttori PEN (schema TN-C); la prescrizione non è valida per le condutture che transitano soltanto;
- c) le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione;
- d) i conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari;

#### **Tipi di condutture ammessi**

Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito:

- a)
  - condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
  - condutture realizzate mediante cavi in tubi protettivi e canali metallici, con grado di protezione almeno IP4X;
  - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);
- b)
  - condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico, o di una guaina metallica, o di un'armatura, aventi caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di protezione;
  - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39)
  - condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime o sull'insieme delle anime con caratteristiche da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione;
- c)
  - condutture diverse da quelle in a) e in b) realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
  - condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi metallici o involucri metallici, senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuna di esse;

- condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri, entrambi:
  1. costituiti con materiali isolanti
  2. installati in vista (non incassati)
  3. con grado di protezione almeno IP4X
  4. binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP4X.

Qualora i suddetti involucri siano installati in vista e non esistano le relative Norme CEI di prodotto, si devono applicare i criteri di prova indicati nella Tabella riportata nel commento della Sezione 422 della norma CEI 64-8/4, assumendo per la prova al filo incandescente 850°C anziché 650°C; binari elettrificati e condotti sbarre;

### **Protezioni delle condutture elettriche**

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti; sia di quelli che attraversano i luoghi in esame, sia quelli che si originano nei luoghi stessi (anche per alimentare apparecchi utilizzatori contenuti nel luogo a maggior rischio in caso di incendio).

Per le condutture di cui al punto c) del precedente paragrafo, i circuiti devono essere protetti, oltre che con le protezioni generali in uno dei modi seguenti:

- a) Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300 mA anche ad intervento ritardato.  
Quando i guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante, la corrente differenziale nominale deve essere  $I_{dn} \leq 30$  mA;
- b) Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per es. per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico ed acustico invece di provocare l'apertura del circuito; adeguate istruzioni devono essere date affinché, in caso di primo guasto, sia effettuata l'apertura manuale il più presto possibile.

Sono escluse dalle prescrizioni a) e b) le condutture:

- Facenti parte di circuiti di sicurezza
- Racchiuse in involucri con grado di protezione almeno IP4X, ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore.

### **Requisiti delle condutture per evitare la propagazione dell'incendio**

Per le condutture di cui ai punti b) e c) la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi indicati nei seguenti punti:

- a) utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la Norma CEI 20-35 quando:
  - sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
  - i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi o canali con grado di protezione almeno IP4X;
- b) utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" installati in fascio in conformità con la Norma CEI EN 50266 (CEI 20-22 cat. II e/o cat. III); peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI EN

50266 per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in c);

- c) adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17. Inoltre, devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate (art. 527.2).

### **Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose**

Per i cavi delle condutture di b) e c) si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti.

A tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH) rispondenti alle Norme CEI EN 50266 (CEI 20-22), CEI EN 50267 e CEI EN 50268 (CEI 20-37) per quanto riguarda le prove.

Le tipologie di cavo sopra riportate sono conformi alle Norme CEI 20-13, CEI 20-38 e alla Norma CEI 20-20/15.

### **Scelta dei materiali e degli apparecchi**

I materiali e gli apparecchi installati dovranno avere adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni cui saranno sottoposti nelle normali condizioni di lavoro.

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI e alle tabelle d'unificazione UNI (ove queste esistano) La rispondenza dei materiali e degli apparecchi alle norme suddette è attestata, per i prodotti ammessi, dalla presenza del contrassegno del marchio italiano di qualità IMQ.

In ogni caso i materiali e gli apparecchi dovranno essere scelti fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire, tenendo in ogni caso conto della continuità di servizio e della facilità di manutenzione.

### **Sezionamento e comando**

Il sezionamento sarà attuato dove necessario a mettere fuori tensione un impianto o parte di esso in modo da garantire la sicurezza delle persone che operano sulle parti attive o nelle immediate vicinanze. Il conduttore PEN non deve mai essere interrotto. Nei sistemi TT l'interruttore deve interrompere sempre anche il conduttore di neutro. Nei quadri alimentati da due o più sorgenti deve essere prevista, ad esempio, una scritta o un cartello ammonitore per avvertire della necessità di sezionare tutte le parti in tensione quando, per ragioni di manutenzione, si debba accedere alle parti attive. Si devono prevedere dispositivi per assicurare la scarica dell'energia accumulata (ad esempio nei condensatori).

Quando il dispositivo di sezionamento non è sotto il diretto controllo dell'operatore si deve ottemperare ad una delle seguenti prescrizioni:

- blocco meccanico sul dispositivo sezionatore;
- collocazione del dispositivo in involucro o locale chiusi a chiave;
- scritta o altra opportuna segnaletica.

Anche nel caso di manutenzioni non elettriche si dovrà prevedere dispositivi di interruzione dell'alimentazione onde evitare che apparecchiature meccaniche vengano riattivate accidentalmente.

Il comando funzionale è un dispositivo destinato alla chiusura, apertura, variazione dell'alimentazione elettrica negli impianti nel funzionamento ordinario.

#### Comando funzionale

Il comando funzionale sarà attuato in genere con interruttori non automatici, contattori, apparecchi elettronici, con interruzione unipolare e multipolare.

I dispositivi unipolari interrompono sempre il conduttore di fase.

#### Protezione contro i contatti diretti

Protezione mediante isolamento delle parti attive: le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

Protezione mediante Involucri o barriere: le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno un grado di protezione minimo IP2X o IPXXB.

Le superfici orizzontali superiori delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano, devono avere un grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD.

Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo.

Protezione addizionale mediante interruttori differenziali: l'uso di interruttori differenziali, con corrente nominale d'intervento  $I_{dn}$  non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

L'uso di tali dispositivi non è riconosciuto quale unico mezzo di protezione contro i contatti diretti.

#### Protezione contro i contatti indiretti

Interruzione automatica dell'alimentazione con interruttori differenziali:

- La tensione limite di contatto UL deve essere minore o uguale a 50 V;
- Deve essere verificata la relazione  $R_e \times I_{dn} \leq U_L$  dove:  $U_L$  = tensione limite di contatto (50V),  $R_e$  = resistenza di terra,  $I_{dn}$  = corrente nominale del dispositivo differenziale;

Le masse dell'impianto utilizzatore devono essere collegate all'impianto di terra locale a mezzo di apposito conduttore di protezione (PE).

Le masse estranee devono anch'esse essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori equipotenziali principali (EQP).

#### Impianto di messa a terra

##### Generalità

E' l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali destinati a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.

Le caratteristiche dell'impianto di terra devono soddisfare le prescrizioni di sicurezza e funzionali dell'impianto elettrico.

La scelta ed installazione dei componenti dell'impianto di terra devono garantire il raggiungimento del valore di resistenza in accordo con le esigenze di protezione dell'impianto ed inoltre deve garantire che l'efficienza dell'impianto si mantenga nel tempo.

Si raccomanda che in ogni impianto utilizzatore la messa a terra di protezione di tutte le parti dell'impianto e tutte le messe a terra di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (compresi il centro stella trasformatori, gli scaricatori, i sistemi contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche ed i sistemi antidisturbo) siano effettuate collegando le parti interessate ad un impianto di terra unico.

In ogni edificio il conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le seguenti masse estranee devono essere connessi al collegamento equipotenziale principale:

I tubi alimentanti servizi dell'edificio, per esempio acqua e gas;

Le parti strutturali metalliche dell'edificio e canalizzazioni del riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria;

Le armature principali del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici, se praticamente possibile;

Quando tali parti conduttrici provengano dall'esterno dell'edificio, esse devono essere collegate il più vicino possibile al loro punto di entrata nell'edificio.

Per quanto riguarda i montanti di terra condominiali, il tratto di conduttore di protezione al quale vanno collegati i conduttori di protezione delle singole unità immobiliari, o parti di impianto utilizzatore, può essere unico per un gruppo di montanti; in questo caso si raccomanda che esso abbia un proprio tubo di protezione, cassette di derivazione esclusive ed individuabili, e che per tale conduttore la connessione alle singole derivazioni sia possibile senza interruzione della sua continuità elettrica.

#### Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni della vigente Norma CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

a) - Il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;

b) - Il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);

c) - Il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni alloggio e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti in diretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi d'illuminazione con parti metalliche comunque accessibili.

d) - Il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità;

e) - Il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili d'introdurre il potenziale di terra).

#### Collegamenti a terra

L'impianto di terra può essere utilizzato congiuntamente, o separatamente, per scopi di protezione e funzionali in accordo con i requisiti dell'impianto.

La scelta e l'installazione dei componenti dell'impianto di terra devono essere tali che:

il valore della resistenza di terra sia in accordo con le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto elettrico;

l'efficienza dell'impianto di terra si mantenga nel tempo;

le correnti di guasto e di dispersione a terra possano essere sopportate senza danni, in particolare dal punto di vista delle sollecitazioni di natura termica, termomeccanica ed elettromeccanica;

i materiali abbiano adeguata solidità o adeguata protezione meccanica, tenuto conto delle influenze esterne.

Devono essere inoltre prese precauzioni per ridurre i danni che, per effetto elettrolitico, l'impianto di terra possa arrecare ad altre parti metalliche prossime al dispersore.

Quando l'alimentazione di un impianto è derivata da sistemi di II e III categoria, la protezione contro i guasti tra questi sistemi e la terra deve soddisfare le prescrizioni della Norma CEI 11-1.

### Dispersori

Si raccomanda che ciascun conduttore connesso al collettore principale di terra sia separabile individualmente. Questa connessione deve essere affidabile e tale da essere disconnessa solo per mezzo di un attrezzo.

Il dispersore può essere costituito da:

tondi, profilati, tubi;

nastri, corde;

piastre;

conduttori posti nello scavo di fondazione;

ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno;

tubazioni metalliche dell'acqua, purché siano soddisfatte le condizioni di 542.2.5 Norma CEI 64-8;

altre strutture interrate adatte allo scopo (vedere anche 542.2.6 Norma CEI 64-8).

NOTA L'efficacia di qualsiasi dispersore dipende dalle condizioni locali del terreno; si devono scegliere uno o più

dispersori adatti alle condizioni del terreno ed al valore della resistenza di terra richiesto.

Il valore della resistenza di terra del dispersore può essere calcolato o misurato.

L'efficacia del dispersore dipende dalle condizioni locali del terreno.

Una delle migliori soluzioni consiste nel disporre conduttori, che assicurino una buona aderenza con il terreno, nello scavo di fondazione degli edifici e nel collegare all'insieme dispersore-conduttori di protezione le masse estranee ed i ferri di armatura del cemento armato (terra di fondazione).

Il tipo e la profondità di messa in opera dei dispersori devono essere tali che fenomeni di essiccamento o di congelamento del terreno non aumentino la resistenza di terra del dispersore al di sopra del valore richiesto.

I materiali utilizzati e la costruzione dei dispersori devono essere tali da sopportare i danni meccanici dovuti alla corrosione.

Le dimensioni minime per i dispersori intenzionali realizzati con i materiali comunemente usati, dal punto di vista della resistenza meccanica e della corrosione, sono indicate nella Tabella 54.1.

Per gli edifici nuovi, si raccomanda di prevedere una terra di fondazione.

Nel progettare un impianto di terra si deve tenere conto del possibile aumento, dovuto alla corrosione, della resistenza dell'impianto di terra.

Per il dispersore è conveniente l'impiego di rame, di acciaio rivestito di rame e di materiali ferrosi zincati. Si possono usare anche materiali ferrosi non zincati ed altri materiali metallici, purché compatibili con la natura del terreno.

**Tabella 54.1 – Materiale e dimensioni minime dei dispersori per garantire la resistenza meccanica e alla corrosione**

| Materiale  |                                     | Tipo di dispersore               | Dimensione minima  |                            |                |                        |                      |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------|----------------|------------------------|----------------------|
|  |                                     |                                  | Corpo              |                            |                | Rivestimento/guaina    |                      |
|  |                                     |                                  | Diametro<br>mm     | Sezione<br>mm <sup>2</sup> | Spessore<br>mm | Valori<br>minimi<br>μm | Valori<br>medi<br>μm |
| Acciaio  | Zincato a caldo                     | Piattina <sup>(b)</sup>          |                    | 90                         | 3              | 63                     | 70                   |
|  |                                     | Profilati (incl. piatti)         |                    | 90                         | 3              | 63                     | 70                   |
|  |                                     | Tubo                             | 25                 |                            | 2              | 47                     | 55                   |
|  |                                     | Barra tonda per picchetto        | 16                 |                            |                | 63                     | 70                   |
|  |                                     | Tondo per dispersore orizzontale | 10                 |                            |                |                        | 50                   |
|  | Con guaina di piombo <sup>(a)</sup> | Tondo per dispersore orizzontale | 8                  |                            |                | 1 000                  |                      |
|  | Con guaina di rame estrusa          | Barra tonda per picchetto        | 15                 |                            |                | 2 000                  |                      |
|  | Con guaina di rame elettrolitico    | Barra tonda per picchetto        | 14,2               |                            |                | 90                     | 100                  |
| Rame   | Nudo                                | Piattina                         |                    | 50                         | 2              |                        |                      |
|  |                                     | Tondo per dispersore orizzontale |                    | 25 <sup>(c)</sup>          |                |                        |                      |
|  |                                     | Corda                            | 1,8 <sup>(d)</sup> | 25                         |                |                        |                      |
|  |                                     | Tubo                             | 20                 |                            | 2              |                        |                      |
|  | Stagnato                            | Corda                            | 1,8 <sup>(d)</sup> | 25                         |                | 1                      | 5                    |
|  | Zincato                             | Piattina                         |                    | 50                         | 2              | 20                     | 40                   |
|  | Con guaina                          | Corda                            | 1,8 <sup>(d)</sup> | 25                         |                | 1 000                  |                      |
|  | di piombo <sup>(a)</sup>            | Filo tondo                       |                    | 25                         |                | 1 000                  |                      |
| (a) Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.<br>(b) Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati.<br>(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm <sup>2</sup> .<br>(d) Per fili singoli. |                                     |                                  |                    |                            |                |                        |                      |

Le tubazioni metalliche per liquidi o gas infiammabili non devono essere usate come dispersori.

NOTA Questa disposizione non esclude il collegamento equipotenziale dell'impianto di terra con le parti metalliche

di altri servizi eseguita in accordo con quanto stabilito per la protezione contro i contatti indiretti

I conduttori posti nello scavo di fondazione che sono usati come dispersori devono essere collegati in modo appropriato. La connessione del conduttore di terra al dispersore deve essere realizzata mediante saldatura o con connettori meccanici appropriati.

#### Conduttori di terra

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato in 543.1 Norma CEI 64-8 e la loro sezione deve essere in accordo con la Tab. 54A.

**Tab. 54A - Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra**

|   | Protetti meccanicamente   | Non protetti meccanicamente                                     |
|---|---|---|
| Protetti contro la corrosione   | In accordo con 543.1  | 16 mm <sup>2</sup> rame<br>16 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*) |
| Non protetti contro la corrosione   | 25 mm <sup>2</sup> rame<br>50 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*) |   |
| (*) Zincatura secondo la Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente. |   |   |

E' ammesso l'uso, come conduttori di terra, di elementi strutturali metallici, purchè rispondenti alle prescrizioni di questo Capitolo e comunque inamovibili.

Il collegamento di un conduttore di terra ad un dispersore deve essere effettuato in modo accurato ed elettricamente soddisfacente.

Si raccomanda che i conduttori di terra abbiano un percorso breve e non siano sottoposti a sforzi meccanici. Anche le giunzioni con il dispersore non devono danneggiare né i conduttori di terra né gli elementi del dispersore (per es. tubi); si raccomanda che esse siano eseguite con saldatura forte o autogena o con appositi terminali o manicotti che assicurino un contatto equivalente a quello della saldatura. Esse possono essere direttamente interrate e non ispezionabili.

Il collegamento di un conduttore di terra ad un dispersore deve essere effettuato in modo accurato ed elettricamente soddisfacente.

Quando si usano raccordi, essi non devono danneggiare né i dispersori (per es. i tubi) né i conduttori di terra.

#### Collettore (o nodo) principale di terra

In ogni impianto deve essere usato un terminale od una sbarra per costituire un collettore principale di terra al quale si devono collegare i seguenti conduttori:

- i conduttori di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- i conduttori di terra funzionale, se richiesti.

Sul conduttore di terra, in posizione accessibile, deve essere previsto un dispositivo di apertura che permetta di misurare la resistenza di terra: tale dispositivo può essere convenientemente combinato con il collettore principale di terra. Questo dispositivo deve essere apribile solo mediante attrezzo, deve essere meccanicamente robusto e deve assicurare il mantenimento della continuità elettrica.

#### Conduttori di protezione

##### Sezioni minime

La sezione del conduttore di protezione deve essere:  
calcolata come indicato in 543.1.1 Norma CEI 64-8 ; oppure  
scelta come indicato in 543.1.2. Norma CEI 64-8

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Norma CEI 64-8

NOTA I morsetti delle apparecchiature devono essere dimensionati in modo tale che siano in grado di collegare i

conduttori di protezione così determinati.

Il calcolo in accordo con 543.1.1 non è in genere necessario dal momento che le sezioni scelte in accordo con 543.1.2 sono in pratica sufficienti.



543.1.2 Le sezioni dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai valori dati in Tab. 54F. In questo caso non è necessario effettuare la verifica secondo 543.1.1.

Se dall'applicazione di questa Tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

**Tabella 54F - Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase**

| Sezione dei conduttori di fase dell'impianto<br>$S \text{ (mm}^2\text{)}$ | Sezione minima del corrispondente conduttore<br>di protezione $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$ |
|---|---|
| $S \leq 16$   | $S_p = S$   |
| $16 < S \leq 35$  | 16  |
| $S > 35$  | $S_p = \frac{S}{2}$   |

I valori della Tab. 54F sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione deve venire determinata in modo tale che esso abbia una conduttanza equivalente a quella risultante dall'applicazione della Tab. 54F.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

25mm<sup>2</sup>, se in rame;

35 mm<sup>2</sup>, se in alluminio;

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;

4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

Quando un conduttore di protezione sia comune a diversi circuiti, la sua sezione deve essere dimensionata in funzione del conduttore di fase avente la sezione più grande.

#### Tipi di conduttori di protezione

Possono essere usati come conduttori di protezione:

anime di cavi multipolari;

conduttori nudi o cavi unipolari (anche senza guaina) facenti parte, con i conduttori attivi, di una stessa conduttura;

conduttori nudi o cavi unipolari (anche senza guaina) non facenti parte, con i conduttori attivi, della stessa conduttura;

involucri metallici, per es. guaine, schermi e armature di alcuni cavi (ulteriori prescrizioni sono allo studio);

tubi protettivi e canali metallici od altri involucro metallici per conduttori (quali rivestimenti metallici ed armature di cavi) (ulteriori prescrizioni sono allo studio);

masse estranee di adeguate caratteristiche.

Se l'impianto contiene involucri o strutture metalliche di quadri, di condutture costruite in fabbrica o di altre apparecchiature costruite in fabbrica, questi involucri o strutture possono essere usati come conduttori di protezione se soddisfano le tre seguenti condizioni:

- a) la loro continuità elettrica sia realizzata in modo da assicurare la protezione contro il danneggiamento meccanico, chimico o elettrochimico;
- b) la conduttanza sia almeno uguale a quella risultante dall'applicazione di quanto indicato in 543.1;
- c) sia possibile la connessione di altri conduttori di protezione nei punti predisposti per la derivazione.

Le masse estranee possono essere usate come conduttori di protezione se soddisfano tutte e quattro le seguenti condizioni:

- a) la loro continuità elettrica sia realizzata, per costruzione o mediante adatte connessioni, in modo che sia assicurata la protezione contro i danneggiamenti meccanici, chimici ed elettrochimici;
- b) la loro conduttanza sia almeno uguale a quella risultante dall'applicazione di quanto indicato in 543.1;
- c) non possano venire rimosse se non sono previsti, in caso di rimozione, provvedimenti sostitutivi;
- d) siano state appositamente previste per uso come conduttori di protezione o, se necessario, siano state rese idonee a tale uso.

NOTA L'uso delle tubazioni metalliche dell'acqua è consentito a condizione che si ottenga l'autorizzazione di chi è

responsabile dell'impianto idraulico.

I tubi contenenti gas non devono essere usati come conduttori di protezione.

Le masse estranee non devono essere usate come conduttori PEN.

#### Affidabilità della continuità elettrica dei conduttori di protezione

I conduttori di protezione devono essere adeguatamente protetti contro il danneggiamento meccanico e chimico e contro le sollecitazioni elettrodinamiche.

Le connessioni dei conduttori di protezione devono essere accessibili per ispezioni e per prove, ad eccezione delle giunzioni di tipo miscelato o incapsulato.

Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione, ma possono esserlo dispositivi apribili mediante attrezzo ai fini delle prove.

Se si usano dispositivi di controllo della continuità della messa a terra, i loro avvolgimenti non devono venire inseriti nei conduttori di protezione.

#### Conduttori equipotenziali

Sezioni minime

##### Conduttori equipotenziali principali

La sezione dei conduttori equipotenziali destinati al collegamento equipotenziale principale in accordo con l'articolo 413.1.2.1 e che sono connessi al collettore principale di terra secondo 542.4 non deve essere inferiore a:

- 6 mm<sup>2</sup> in rame;
- 16 mm<sup>2</sup> in alluminio;
- 50 mm<sup>2</sup> in acciaio;

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>.

Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi 25 mm<sup>2</sup>, se il conduttore equipotenziale è di rame, o una sezione di conduttanza equivalente, se il conduttore è di materiale diverso.

##### Conduttori equipotenziali supplementari

Un conduttore equipotenziale supplementare che colleghi due masse deve avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse.

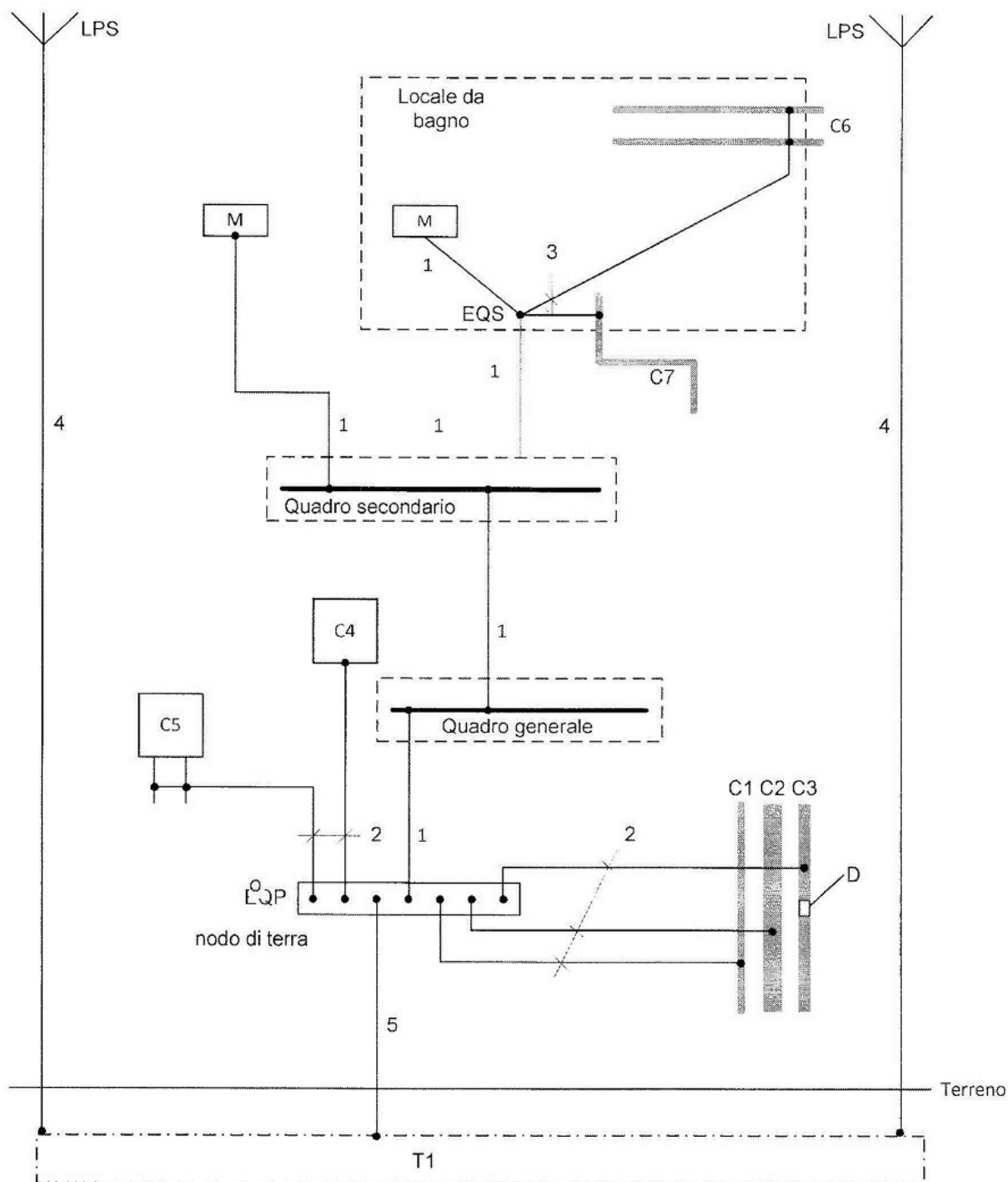
Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa ad una massa estranea deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione e non superiore a quanto indicato in 547.1.1.

In ogni caso, la sezione di qualsiasi conduttore equipotenziale supplementare deve essere almeno:

- 2,5 mm<sup>2</sup> Cu se i conduttori sono meccanicamente protetti;
- 4 mm<sup>2</sup> Cu se i conduttori non sono meccanicamente protetti;

Un conduttore equipotenziale supplementare che non è parte di un cavo è considerato essere meccanicamente protetto quando è posato in un tubo protettivo, canale o se è protetto in modo simile.

### Esempio di collegamenti di un impianto di terra



**Legenda**

| Simbolo | Descrizione   |
|---------|---|
| C1      | Tubazione metallica per acqua, proveniente dall'esterno                   |
| C2      | Tubazione metallica per acque reflue, proveniente dall'esterno            |
| C3      | Tubazione metallica per gas con giunti isolanti, proveniente dall'esterno |
| C4      | Aria condizionata   |
| C5      | Sistema di riscaldamento centralizzato                                    |
| C6      | Tubazione metallica per acqua, nel locale da bagno                        |
| C7      | Tubazione metallica per acque reflue, nel locale da bagno                 |
| D       | Giunto isolante   |
| EQP     | Collegamento equipotenziale principale                                    |
| EQS     | Collegamento equipotenziale supplementare                                 |
| T1      | Terra di fondazione   |
| LPS     | Sistema di protezione contro i fulmini (se presente)                      |
| M       | Massa   |
| 1       | Conduttore di protezione (PE)   |
| 2       | Conduttore equipotenziale principale                                      |
| 3       | Conduttore equipotenziale supplementare                                   |
| 4       | Calate  |
| 5       | Conduttore di terra   |

**Grado di protezione minimo**

Generalmente IP4X è il grado minimo richiesto agli ambienti esclusi gli ambienti particolari soggetti a norma specifica.

**Protezione contro le sovracorrenti**

Gli impianti elettrici saranno adeguatamente protetti contro i sovraccarichi ed i corto circuiti. Il coordinamento tra dispositivi di protezione e conduttori è calcolato in modo che siano interrotte le sovracorrenti prima che possano danneggiare con effetti termici e meccanici i componenti dell'impianto e le relative connessioni.

La condizione di protezione da sovraccarico e da corto circuito minimo è verificata con le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

$I_f$  = corrente di funzionamento del dispositivo di protezione nel tempo convenzionale;

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;

$I_z$  = portata in regime delle condutture;

$I_b$  = corrente di impiego del circuito.

La condizione di protezione da corto circuito massimo è verificata con la relazione:

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

dove:

$I^2 t$  = integrale di joule, cioè l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione per la durata del corto circuito;

S = sezione del conduttore;

K = coefficiente che varia col variare del tipo di cavo.

115 per cavi in rame isolati in pvc

135 per cavi in rame isolati in gomma naturale o butilica

143 per cavi in rame isolati in gomma etilpropilenica e polietilene reticolato

La protezione contro i corto circuiti deve sempre essere prevista all'inizio della condotta.

### **Prescrizioni sulla scelta dei cavi e dei conduttori**

#### **ISOLAMENTO DEI CAVI**

I cavi utilizzati devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750V. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

Propagazione del fuoco lungo i cavi - I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm., devono rispondere alla prova di non propagazione della Norma CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità al regolamento Europeo (CPR) UE 305/11.

Provvedimenti contro il fumo - si deve ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le Norme CEI 20-37 e 20-38.

Problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi - Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature (Norma CEI 20-37, 20-38).

#### **COLORI DISTINTIVI DEI CAVI**

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori:

FM            nero, grigio (cenere) e marrone,  
LUCE        nero, grigio e marrone (ritorno) bianco

#### **SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE MASSIME AMMESSE**

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4 % della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori in rame ammesse sono:

1.0 mm<sup>2</sup> per ogni singola derivazione di segnale acustico funzionante a bassissima tensione 12V;

- 1.5 mm<sup>2</sup> per ogni singola derivazione per presa a spina da 10 A;
- 1.5 mm<sup>2</sup> per ogni singola derivazione per punto luce;
- 2.5 mm<sup>2</sup> per ogni singola derivazione per presa a spina da 16 A;
- 2.5 mm<sup>2</sup> per dorsali prese da 10 A;
- 2.5 mm<sup>2</sup> per dorsali di illuminazione;
- 4.0 mm<sup>2</sup> per dorsali prese da 16 A;

#### SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI NEUTRI

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame) purché siano soddisfatte le condizioni della Norma CEI 64-8.

#### SEZIONE DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata dalla Norma CEI 64-8:

#### SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

Conduttori equipotenziali principali.

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>.

Non è richiesto comunque che la sezione superi 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore equipotenziale è in rame, o una sezione di conduttanza equivalente se il conduttore è in materiale diverso.

Conduttori equipotenziali supplementari

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette due masse deve avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a masse estranee deve avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Un conduttore equipotenziale che connette fra di loro due masse estranee, o che connette una massa estranea all'impianto di terra, deve avere sezione non inferiore a 2.5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica, 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

#### RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Per tutte le parti d'impianto comprese fra due fusibili o interruttori automatici successivi o poste a valle dell'ultimo fusibile o interruttore automatico, la resistenza d'isolamento verso terra o fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non deve essere inferiore a:

- 0,5 Mohm per i sistemi a tensione nominale del circuito SELV e PELV;
- 1 Mohm per i sistemi a tensione nominale del circuito fino a 500 V, compreso FELV.
- 1 Mohm per i sistemi a tensione nominale del circuito oltre 500 V.

#### **Protezione contro gli effetti termici**

L'impianto elettrico sarà realizzato in modo da non creare pericoli dovuti al calore sviluppato dai suoi componenti, specialmente pericoli di ustione ed incendio.

Particolare attenzione sarà prestata alla chiusura dei canali portacavi ed al montaggio di componenti elettrici su parti combustibili (legno ecc.).

I passaggi di condutture attraverso pareti di compartimentazione classificate REI saranno richiusi con adatti prodotti intumescenti.

### **Linee in cavo interrato**

Queste ultime rispondono alle norme CEI 11-17 e CEI 23-46 che indicano in 0,5 m la minima profondità di interrimento. I cavi direttamente interrati o posati entro tubazioni isolanti, devono avere una protezione meccanica supplementare costituita ad esempio da lastre in laterizio poste al di sopra. Se i cavi sono posti all'interno di una polifora, o all'interno di una tubazione metallica, o comunque in un tubo protettivo che resista alle sollecitazioni dei carichi statici, del traffico veicolare e degli attrezzi manuali di scavo, non esiste una profondità minima di posa. Poiché in genere un tubo isolante in PVC non ha queste caratteristiche di resistenza meccanica, un cavo posato al suo interno deve rispettare la profondità di 0,5 m. Se non c'è sufficiente protezione meccanica, le condutture devono essere interrate fuori dalle aree di parcheggio e dai luoghi dove possano essere piantati picchetti per tende o altri ancoraggi al suolo;

Le modalità specifiche previste dalla norma CEI 11-17 per quanto riguarda la posa interrata dei cavi in bassa tensione (categoria zero e 1) sono le seguenti:

I cavi interrati devono essere muniti di guaina protettiva;

I cavi muniti di armatura metallica conforme alla relativa norma di prodotto, ovvero i cavi muniti di uno o più elementi idonei alla funzione di protezione meccanica in grado di superare le prove prescritte a tale scopo nella relativa norma di prodotto, possono essere interrati senza protezione meccanica supplementare (modalità di posa L);

I cavi non muniti di armatura metallica o di altra protezione meccanica equivalente, devono essere posati con una protezione meccanica supplementare (modalità di posa M, N, O, P, Q);

I cavi destinati a sistemi di categoria zero e 1 possono essere interrati senza protezione meccanica supplementare (modalità di posa L) quando siano muniti di rivestimento metallico adatto come protezione contro i contatti diretti;

La minima profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo per le modalità di posa L e M salvo quanto indicato nei punti precedenti per cavi appartenenti a sistemi di categoria zero e 1 deve essere di 0,5 m. Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possa essere rispettata la profondità minima sopra indicata, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche (per es. quelle adottate nelle modalità di posa N, O, P, Q o nella modalità di posa M, quest'ultima solo con i cavi provvisti di rivestimento metallico e limitatamente ai casi in cui la superficie del suolo non sia sottoposta, in alcun punto, a traffico veicolare, e sia da escludere la possibilità di impiego di mezzi meccanici di scavo, quali escavatrici, martelli pneumatici ecc.);

Nessuna profondità minima è prescritta per le modalità di posa N, O, P, Q purché abbiano una protezione meccanica supplementare e per i cavi appartenenti a sistemi a bassissima tensione di sicurezza;

È consigliabile che i percorsi interrati dei cavi siano segnalati in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriori scavi. Rispondono a tale scopo:

le protezioni meccaniche supplementari;

i nastri monitori posati nel terreno a non meno di 0,2 m al di sopra dei cavi;

### **Esempi di cavi utilizzabili per esterno**

Linee in cavo interrato: utilizzare cavi con tensione nominale  $U_0/U = 0,6/1$  kV e isolamento in gomma G16 (es. FG16OR16);

Linee in cavo non interrato (posa fissa): anche in questo caso, recentemente, vengono richiesti cavi per ambienti esterni anche bagnati e quindi occorrono cavi per esempio adatti per la posa interrata quali FG16OR16;

Linee in cavo non interrato (posa mobile): utilizzare cavi di grande flessibilità e alta resistenza alle intemperie ed alle sollecitazioni meccaniche quali i cavi H07RN-F;

Linee aeree esterne: utilizzare cavi per esterno con isolamento in PVC pesante o gomma;



## **Modalità di posa tubazioni**

Negli impianti in oggetto, potranno essere previste, a secondo dei casi che si prospettano di volta in volta, le seguenti pose dei cavi e conduttori isolati:

**Posa entro tubazioni interrate:** questo sistema di posa verrà impiegato nei piazzali e negli attraversamenti di tratti pavimentati; i tubi dovranno essere in grès, in cemento o in PVC del tipo pesante.

In questo tipo di posa dovranno essere impiegati solo ed esclusivamente cavi isolati in PVC o gomma, con guaina in PVC o in policloroprene e equivalenti.

**Posa entro passerelle metalliche portacavi:** in questo caso i cavi posati dovranno essere fissati a questi mediante delle legature atte a sostenere il peso dei cavi stessi; non dovranno intersecarsi e dovranno essere distanziati tra loro in modo che ne sia assicurata in ogni caso la perfetta ventilazione.

In questo tipo di posa dovranno essere impiegati solo ed esclusivamente cavi isolati in PVC o gomma, con guaina in PVC o in policloroprene e equivalenti.

**Posa entro canali metallici portacavi** aventi grado di protezione minima IP40 posati in orizzontale o verticale tramite le apposite staffe di sostegno.

In questo caso i cavi posati dovranno essere fissati a questi mediante delle legature atte a sostenere il peso dei cavi stessi; non dovranno intersecarsi e dovranno essere distanziati tra loro in modo che ne sia assicurata in ogni caso la perfetta ventilazione.

In questo tipo di posa potranno essere utilizzati sia cavi multipolari isolati in PVC o gomma, con guaina in PVC o in policloroprene e equivalenti, che unipolari senza guaina isolati in PVC o gomma.

**Posa entro canali plastici** a tre scomparti distinti, aventi grado di protezione minima IP40 posati a vista e fissati alle pareti in orizzontale e/o verticale tramite appositi tasselli ad espansione.

In questo tipo di posa potranno essere utilizzati sia cavi multipolari che unipolari senza guaina (cordine) isolati in PVC o gomma.

In questo caso i conduttori dovranno essere alloggiati negli appositi scomparti a seconda del servizio effettuato.

**Posa entro tubazioni in acciaio zincato tipo Taz posate a vista:** in questo tipo di posa potranno essere utilizzati sia cavi multipolari che unipolari senza guaina (cordine) isolati in PVC o gomma.

In questo tipo di posa le dimensioni interne delle tubazioni dovranno essere tali da assicurare un comodo infilaggio e si dovrà avere particolare cura affinché la posa non danneggi l'isolante.

**Posa entro tubazioni in PVC serie pesante posate a vista:** in questo tipo di posa potranno essere utilizzati in linea di massima esclusivamente cavi unipolari senza guaina (cordine) isolati in PVC.

In questo tipo di posa le dimensioni interne delle tubazioni dovranno essere tali da assicurare un comodo infilaggio e si dovrà avere particolare cura affinché la posa non danneggi l'isolante.

**Posa entro tubazioni in PVC serie pesante e leggera incassate:** in questo tipo di posa dovranno essere utilizzati solo ed esclusivamente cavi unipolari senza guaina (cordine) isolati in PVC.

In questo tipo di posa le dimensioni interne delle tubazioni dovranno essere tali da assicurare un comodo infilaggio e si dovrà avere particolare cura affinché la posa non danneggi l'isolante.

Tutte le curve, dovranno essere eseguite con largo raggio in relazione anche alla flessibilità dei cavi contenuti; fra una cassetta di derivazione ed un'altra non si dovranno mai avere più di tre curve (per un totale massimo di 270 gradi).

Dovranno essere verificati all'atto dell'installazione i seguenti elementi:

Un agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori.

Un diametro nominale interno del tubo maggiore almeno di 1.4 volte il diametro del fascio di cavi che in esso dovranno essere posati.

Il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm per derivazioni luce e 20 mm per derivazioni forza motrice.

### **Cassette e scatole di derivazione**

Cassette e scatole da incasso

Le cassette e scatole da incasso dovranno essere del tipo in resina termoplastica autoestinguente e con buone proprietà meccaniche (resistenza agli urti). Le dimensioni delle scatole di derivazione dovranno essere dimensionate in funzione della quantità di conduttori contenuti, della sezione dei conduttori e del tipo di morsettiera per le derivazioni. I coperchi delle cassette e scatole, dovranno essere fissati in modo sicuro mediante viti e quindi apribili solo mediante attrezzo.

Cassette e scatole per impianti a vista

Le cassette e scatole per impianti a vista dovranno essere del tipo in materiale isolante termoindurente (resina poliestere rinforzata con fibre di vetro) di colore grigio, con grado di protezione adatto al luogo d'installazione, resistenti alla fiamma ed al calore e con elevate caratteristiche meccaniche, (resistenza agli urti), dove necessario. Qualora si rendano necessarie scatole o cassette in metallo, queste dovranno avere grado di protezione adatto al luogo d'installazione, viteria d'acciaio INOX e verniciatura con trattamento contro la corrosione

### **Connessioni**

Le connessioni dovranno essere eseguite solo all'interno dei quadri elettrici o scatole di derivazione, per i conduttori aventi sezione superiore a 4 mmq le connessioni devono essere fatte mediante morsettiera del tipo fisso, per conduttori aventi sezione fino a 4 mmq sono ammessi morsetti volanti rivestiti in materiale isolante.

Sia le morsettiere fisse sia i morsetti volanti, dovranno avere caratteristiche isolanti adeguate al sistema elettrico cui appartengono e dovranno avere le parti in tensione protette contro i contatti diretti, IPXXB.

Il serraggio dei conduttori dovrà essere sicuro e non soggetto ad allentamenti dovuti ad eventuali vibrazioni.

Dovrà essere evitata ogni giunzione diretta sui cavi i quali dovranno essere tagliati nella lunghezza adatta ad ogni singola applicazione.

E' vietato l'uso di nastri isolanti e giunzioni a torsione di filo.

In ogni caso, i cavi posati nei modi sopracitati dovranno raggiungere a lavori ultimati un pregevole aspetto estetico soprattutto per i cavi posati in guaine a vista.

L'ingresso e/o l'uscita dei cavi dalle cassette di transito o dalle canaline portacavi dovranno essere sempre eseguiti a mezzo di appositi raccordi pressacavo a tenuta.

### **Prese a spina**

Le prese a spina devono essere installate in modo da rispettare le condizioni d'impiego per le quali sono state costruite. La corrente nominale delle prese se superiore a 10A non deve essere superiore a quella del circuito nel quale esse sono inserite. Le operazioni di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina possono essere sottoposte durante l'esercizio, non devono alterarne il fissaggio, sollecitare i cavi e i morsetti di collegamento.

E' vietato installare sulle pareti prese ad altezza (misurata a partire dalla mezzzeria della presa) inferiore a 175 mm dal piano del pavimento.

Negli edifici, o parti di edifici, a destinazione specializzata, l'installazione di scatole per le prese di utilizzazione o per le analoghe custodie per derivazione a presa (placche, torrette, calotte ecc.), deve essere effettuata in modo che l'asse della presa risulti distanziata dal pavimento finito di 75 mm nel caso di

applicazione a parete (zoccolo attrezzato) e di 40 mm nel caso di applicazione a pavimento (torretta attrezzata o simili).

Nel caso di torrette o calotte (sporgenti dal pavimento) e di cassette (affioranti sul pavimento) le loro parti, ad esclusione delle singole prese incorporate, devono assicurare almeno il grado di protezione IP52 per l'accoppiamento meccanico sul piano del pavimento.

Nel caso di realizzazioni che comportino l'innesto delle spine in verticale, deve inoltre essere assicurata la tenuta stagna alla polvere ed agli spruzzi d'acqua, degli organi di presa quando la connessione è inattiva, e dall'accoppiamento completo (prese e spina) quando la connessione è attivata..

Le prese a spina destinate all'alimentazione di apparecchi che per potenza o particolari caratteristiche possono dare luogo a pericoli durante l'inserimento e il disinserimento della spina e comunque le prese a spina di corrente nominale superiore a 16A, devono essere provviste, a monte della presa, di organi d'interruzione atti a consentire le suddette operazioni a circuito aperto. In particolare si deve installare un organo d'interruzione immediatamente a monte delle prese a spina destinate ad alimentare apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (quali scaldacqua, lavatrici, cucine elettriche, condizionatori, duplicatori, ecc.) di potenza nominale superiore a 2,2 KW. Al contatto di protezione delle prese a spina deve essere sempre collegato il conduttore di protezione.

Per quanto riguarda altre prescrizioni si rimanda a quelle riportate nella Norma CEI 64-8.

Le prese a spina che alimentano apparecchi TV, elettrodomestici con componenti elettronici, Hi-Fi, centraline d'allarme ecc., devono essere alimentate previo collegamento di un dispositivo limitatore di sovratensione. Detto dispositivo deve essere componibile con le prese ed essere montato a scatto su le normali scatole. Per la protezione delle apparecchiature di radiotrasmissione, radiricezione e dispositivi elettronici a memoria programmabile dai disturbi generati all'interno degli impianti e da quelli captati via etere, è necessario installare un filtro di opportune caratteristiche il più vicino possibile alla presa a spina da cui sono alimentati. Questi filtri devono essere componibili con le prese a spina ed essere montabili a scatto sulla stessa armatura e poter essere installati nelle normali scatole da incasso. Le caratteristiche di attenuazione devono essere almeno comprese tra 35 dB a 100 kHz e 40 dB a 30 MHz.

### **Tipologia e normativa di riferimento del quadro elettrico**

Il quadro può essere del tipo ad uso domestico e similare, rispondente alla norma CEI 23-51, se la corrente nominale in entrata  $I_{nq}$  non è superiore ai 125 A, la tensione nominale non è superiore ai 440 V e la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione non supera i 10 kA oppure i 15 kA quando il quadro è protetto mediante dispositivo limitatore.

Se le condizioni precedenti non sono verificate occorre realizzare un quadro rispondente alla norma CEI 17-114.

La realizzazione dei quadri di distribuzione, la sezione tipo di cavo da utilizzare per i collegamenti fra le varie utenze, la realizzazione o il completamento dell'impianto di messa a terra, devono essere eseguiti come da elaborati grafici allegati alle specifiche tecniche.

L'impresa dovrà eseguire i quadri ed i relativi montaggi con la massima cura.

E' ammesso il montaggio diretto sugli sportelli apribili, degli strumenti indicatori, dei pulsanti e dei segnalatori luminosi. Questi apparecchi dovranno essere connessi alle morsettiere della parte fissa del quadro a mezzo di conduttori di tipo flessibilissimo.

La disposizione delle apparecchiature dovrà essere fatta in modo che il tutto risulti ordinato e sia immediato il riferimento dei vari comandi. La disposizione delle apparecchiature e degli strumenti dovrà inoltre tenere conto della necessità dell'esercizio della manutenzione.

Dovrà pertanto essere assicurato un comodo e facile accesso a tutte le apparecchiature e agli strumenti montati all'interno dei quadri.

Particolare cura dovrà essere posta alla accessibilità delle parti più frequentemente ispezionabili come fusibili e relè.

L'accesso alle apparecchiature interne dei quadri dovrà tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente in contatto con le parti in tensione.

Dovranno pertanto essere presi gli opportuni accorgimenti affinché non sia possibile accedere alle parti *sotto* tensione ed agli interruttori generali aperti. A questo scopo dovranno essere impiegate manovre degli interruttori tali da impedire l'apertura del pannello frontale ad interruttore chiuso, oppure microinterruttori con azione di sgancio sull'interruttore generale.

Le sbarre generali dei quadri dovranno essere eseguite con rame elettrolitico di sezione utile largamente dimensionata rispetto alla corrente convogliata. Esse saranno ancorate a rigidi sostegni meccanici isolati, di robustezza tale da sopportare le sollecitazioni meccaniche conseguenti alle più elevate correnti di *corto* circuito verificabili. Le connessioni dovranno essere stagnate e i bulloni di connessione dotati di dispositivo contro l'allentamento.

Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite con conduttori isolati flessibilissimi, di sezione largamente dimensionata rispetto alle correnti transitanti.

La sezione minima utilizzabile non dovrà comunque essere inferiore a 1,5 mmq per i circuiti ausiliari e 2,5 mmq per quelli di potenza.

Tutti i circuiti sia di potenza che ausiliari in entrata e in uscita dai quadri dovranno fare capo ad apposite morsettiere di tipo componibile di sezione adeguata ai conduttori che vi faranno capo. Le morsettiere dovranno inoltre portare le indicazioni necessarie per contraddistinguere il circuito ed il servizio a cui ciascun conduttore appartiene. Dovrà essere prevista una apposita piattina di rame, fissata alla struttura, per il collegamento alla rete generale di terra.

Le terre dovranno essere collegate singolarmente alla barra colletttrice dell'impianto di messa a terra. Tutti i conduttori dovranno essere contraddistinti con il numero o la sigla indicata sullo schema elettrico. Tutte le apparecchiature dovranno essere marcate in modo indelebile incise o punzonate e fissate.

### **Quote di installazione**

Per le quote di installazione delle apparecchiature elettriche, occorre far riferimento alla Norma CEI 64-8 e alla Guida CEI 64-50.

Nei locali in cui è richiesto l'abbattimento delle barriere architettoniche devono essere conformi a quanto previsto dal DPR 384 del 27/4/78 e legge 118 del 3/3/71 o quelle prescritte da DM 236 del 14/6/89.

### **Rifasamento impianti elettrici**

Per ovviare al basso fattore di potenza ( $\cos\phi$ ) dell'impianto, si deve procedere ad un adeguato rifasamento automatico.

Il calcolo della potenza in kvar delle batterie di condensatori necessari deve essere effettuato tenendo presente:

- La potenza assorbita;
- Il fattore di potenza ( $\cos\phi$ ) contrattuale di 0,95;
- Il fattore di contemporaneità dei carichi;

### **Livello di illuminamento medio richiesto**

L'impianto di illuminazione verrà realizzato secondo la norma UNI 10840 edizione 2007.

I principali parametri che la norma prende in considerazione per garantire sicurezza, comfort e prestazioni visive, sono i seguenti:

1. Distribuzione delle luminanze
2. Illuminamento e sua uniformità
3. Abbagliamento e sua limitazione

4. Aspetti cromatici della luce
5. Fattore di manutenzione
6. Risparmio energetico
7. Illuminazione in presenza di videotermini
8. Integrazione della luce diurna

### 1. Distribuzione delle luminanze

La luminanza è l'unica, fra le grandezze illuminotecniche, ad essere percepita direttamente dal nostro occhio. Di conseguenza risulta di estrema importanza garantire una distribuzione bilanciata della luminanza nel campo visivo degli alunni (e degli altri utenti scolastici), allo scopo di aumentare la nitidezza della visione, di migliorare la possibilità di distinguere piccole differenze di luminanza, di aumentare l'efficienza delle funzioni oculari (quali l'accomodamento, la convergenza, etc.), e di migliorare il comfort visivo.

### 2. Illuminamento e sua uniformità

Mentre nella vecchia normativa, si faceva riferimento ad una illuminazione generale ad una certa altezza dal pavimento uguale ed uniforme in tutto il locale, ora si introduce l'idea di differenziare l'illuminazione concentrandola dove è richiesto un determinato compito (es. lettura, scrittura, disegno, lavoro sul computer). L'area dove, per lavoro, occorre svolgere un determinato compito visivo può essere orizzontale, inclinata o anche verticale.

### 3. Abbagliamento e sua limitazione

L'UGR è un indice unificato in campo internazionale, per la valutazione dell'abbagliamento diretto relativamente ad ogni specifica applicazione. Questo indice valuta la presenza in un ambiente di abbagliamento di tipo molesto. Il suo valore dipende dalla disposizione degli apparecchi illuminanti, delle caratteristiche dell'ambiente (dimensioni, indici di riflessione) e del punto di osservazione degli operatori e oscilla tra valori da 10 (nessun abbagliamento) a 30 (abbagliamento fisiologico considerevole) secondo una scala di 3 unità (10, 13, 16, 19, 22, 25 e 28): più basso è il valore, minore è l'abbagliamento diretto.

Tipicamente ogni apparecchio di illuminazione in un locale può esser disposto secondo due punti di vista che sono ortogonali ai due piani principali C0°-180° e C90°-270° (sono i piani che si prendono come riferimento anche per individuare la distribuzione fotometrica). Il fattore UGR tiene conto della luminanza di sfondo (soffitto, pareti) e della somma dell'effetto di abbagliamento di ciascun apparecchio collocato nel locale rispetto ad una posizione standard dell'osservatore.

| Tipo di compito od attività in interni | Illuminamento medio mantenuto Em (lx) | Valore massimo indice unificato di abbagliamento o UGR | Valore minimo Indice di resa del colore Ra | Note e consigli          |
|--|---------------------------------------|--|--|--------------------------|
| Aule scolastiche                       | 300                                   | 19   | 80   | Illuminazione regolabile |
| Aule per corsi serali e adulti         | 500                                   | 19   | 80   | Illuminazione regolabile |
| Sale lettura                           | 500                                   | 19   | 80   | Illuminazione regolabile |
| Lavagna                                | 500                                   | 19   | 80   | Evitare le riflessioni   |

|   |     |    |    |   |
|---|-----|----|----|---|
|   |     |    |    | speculari   |
| Tavolo per dimostrazioni                        | 500 | 19 | 80 | Sale lettura 750 lx   |
| Aule educazione artistica                       | 500 | 19 | 80 |   |
| Aule educazione artistica in scuole d'arte      | 750 | 19 | 90 | Temperatura colore TCP $\geq 5000$ K  |
| Aule per disegno tecnico                        | 750 | 19 | 80 |   |
| Aule per educazione tecnica e laboratori        | 500 | 19 | 80 |   |
| Aule lavori artigianali                         | 500 | 19 | 80 |   |
| Laboratorio di insegnamento                     | 500 | 19 | 80 |   |
| Aule di pratica della musica                    | 300 | 19 | 80 |   |
| Laboratori di informatica                       | 500 | 19 | 80 | Rispettare le prescrizioni previste per i video videoterminali                    |
| Laboratori linguistici                          | 300 | 19 | 80 |   |
| Aule di preparazione e officine                 | 500 | 22 | 80 |   |
| Ingressi  | 200 | 22 | 80 |   |
| Zone di circolazione, corridoi                  | 100 | 25 | 80 |   |
| Scale   | 150 | 25 | 80 |   |
| Sale comuni per gli studenti e aula magna       | 200 | 22 | 80 |   |
| Sale professori                                 | 300 | 19 | 80 |   |
| Biblioteca: scaffali                            | 200 | 19 | 80 | Sul piano verticale al bordo dei libri  |
| Biblioteca: zone di lettura                     | 500 | 19 | 80 |   |
| Magazzini materiale didattico                   | 100 | 25 | 80 |   |
| Palazzetti, palestre,, piscine ( uso generale ) | 300 | 22 | 80 | Per l'illuminazione di installazioni sportive specifiche, vedi normativa EN 12193 |
| Mensa   | 200 | 22 | 80 |   |
| Cucina  | 500 | 22 | 80 |   |
| Bagni   | 100 | 25 | 80 |   |

### Illuminazione esterna

In questa fase è prevista la sola alimentazione delle scale esterne e del corridoio esterno di accesso al 1° piano.

### Illuminazione di sicurezza

L'impianto di illuminazione di sicurezza verrà realizzato con corpi illuminanti autonomi, a led, serie Autotest dotati di sistema di autodiagnosi che periodicamente effettua un autocontrollo di funzionamento e di autonomia, con tempo di ricarica massimo 12 ore, che garantiranno un livello di illuminazione ad 1 metro di altezza dal piano di calpestio di 5 lux presso le uscite ed i percorsi delle vie di esodo e 2 lux negli altri ambienti accessibili al pubblico.

L'autonomia della sorgente di sicurezza non deve essere inferiore ai 60 minuti.

## **Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti**

### A) ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni della vigente Norma CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

- a) - Il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- b) - Il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- c) - Il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni alloggio e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti in diretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi d'illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>.
- d) - Il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità;
- e) - Il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili d'introdurre il potenziale di terra).

### B) PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

## **Impianto di allarme rivelazione incendi**

E' previsto nei locali un impianto di allarme rivelazione incendi a norma UNI 9795 in grado di rivelare e segnalare a distanza un principio di incendio all'interno dei locali interessati.

I dispositivi sonori devono avere caratteristiche e sistemazione tali da poter segnalare il pericolo a tutti gli occupanti dei locali in oggetto o delle parti di esso coinvolte dall'incendio.

La segnalazione proveniente da uno qualsiasi dei rilevatori installati o da uno dei pulsanti manuali, determinerà un segnale ottico ed acustico di allarme incendio nella centrale di controllo e segnalazione e udibile in tutti i locali.

Scopo del sistema è di:

- Favorire un tempestivo esodo delle persone, degli animali nonché lo sgombero dei beni;
- Attivare i piani di intervento;
- Attivare i sistemi di protezione contro l'incendio ed eventuali altre misure di sicurezza.

Il funzionamento del sistema di allarme deve essere garantito anche in assenza di alimentazione elettrica principale, per un tempo non inferiore a 30 minuti, con tempo di interruzione breve (<0,5 sec).

Tutte le apparecchiature saranno ubicati in conformità alle prescrizioni della UNI 9795.

IL sistema sarà del tipo analogico/intelligente, auto indirizzante, al fine di garantire:

- Identificazione puntuale del rivelatore, senza l'ausilio di elementi di indirizzamento manuale;
- Segnale di manutenzione sensore;
- Autoadattamento ambientale;
- Continuità di servizio anche in caso di taglio o cortocircuito della linea, tramite loop ad anello chiuso con isolatori di cortocircuito;

#### Ubicazione centrale di controllo e segnalazione

L'impianto in oggetto fa capo a 2 centrali analogiche di rivelazione a 2 loop. I locali dove sono installate le centrali devono essere permanentemente e facilmente accessibili, protetti, per quanto possibile, dal pericolo di incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e manomissioni. Il locale dovrà essere sorvegliato da appositi rilevatori di fumo e dotato di illuminazione di emergenza ad intervento immediato e automatico in caso di assenza di energia elettrica.

Quando la centrale non è sotto costante controllo da parte del personale addetto, deve essere previsto un sistema di trasmissione tramite il quale gli allarmi di incendio e di guasto e la segnalazione di fuori servizio sono trasferiti ad una o più centrali di ricezione allarmi e intervento e/o luoghi presidiati, dalle quali gli addetti possano dare inizio in ogni momento e con tempestività alle necessarie misure di intervento.

#### Suddivisione dell'area in zone

L'area sorvegliata deve essere suddivisa in zone, in modo che, quando un rilevatore interviene, sia possibile individuarne facilmente la zona di appartenenza.

Le zone devono essere delimitate in modo che sia possibile localizzarne rapidamente e senza incertezze il focolaio d'incendio.

La superficie a pavimento di ciascuna zona non deve essere maggiore di 1600 mq.

Più locali non possono appartenere alla stessa zona, salvo quando siano contigui e se:

Il loro numero non è maggiore di 10, la loro superficie complessiva non è maggiore di 600mq e gli accessi danno sul medesimo disimpegno;  
oppure

Il loro numero non è maggiore di 20, la loro superficie complessiva non è maggiore di 1000 mq e in prossimità degli accessi sono installati segnalatori di allarme chiaramente visibili, che consentono l'immediata individuazione del locale dal quale proviene l'allarme;

#### Caratteristiche conduttori

Le linee di interconnessione (energia e/o segnale) tra i componenti fanno riferimento alla norma generale per gli impianti elettrici.

Per le linee di alimentazione elettrica verranno utilizzati conduttori resistenti al fuoco per almeno 30min secondo CEI EN 50200 GRADO 4, LSZH a bassa emissione di fumo e zero alogeni o comunque protetti per tale periodo.

Per le connessioni di segnale (loop) verranno utilizzati conduttori resistenti al fuoco per almeno 30min secondo CEI EN 50200, GRADO 4 LSZH a bassa emissione di fumo e zero alogeni o comunque protetti per tale periodo a 2 conduttori twistati e schermati.

Il sistema di connessione sarà ad anello chiuso (loop), il percorso dei cavi sarà realizzato per quanto possibile in modo tale che possa essere danneggiato un solo ramo dell'anello; pertanto per uno stesso anello il percorso cavi in uscita dalla centrale risulterà essere differenziato rispetto al percorso di ritorno, in modo tale che il danneggiamento di uno dei rami non coinvolga l'altro. E' estremamente importante ai fini della protezione dalle interferenze, che ci sia continuità nella schermatura, collegando la stessa sullo zoccolo di ogni rilevatore all'apposito morsetto di appoggio. La schermatura dovrà essere collegata in centrale solo ad una estremità.



La sezione minima dei conduttori di alimentazione dei componenti prevista dalla norma risulta essere di 0,5 mmq. I cavi, se posati insieme ad altri conduttori non facenti parte del sistema, dovranno essere riconoscibili almeno in corrispondenza dei punti ispezionabili con appositi etichette identificatrici.

Dove necessario dovranno essere adottate particolari protezioni nel caso in cui le interconnessioni si trovino in ambienti umidi od in presenza di vapori o gas infiammabili od esplosivi.

Le linee di interconnessioni, per quanto possibile, dovranno transitare all'interno di ambienti sorvegliati da sistemi di rivelazione di incendio. Esse dovranno essere installate e protette in modo da ridurre al minimo il loro danneggiamento in caso di incendio. Non dovranno essere presenti linee volanti o provvisorie. La sezione delle condutture è stata scelta in funzione della lunghezza della linea, secondo le indicazioni del costruttore della centrale e dei componenti.

Il passaggio dei cavi per impianto di rivelazione incendi sarà separato dai cavi di energia, con utilizzo di setti separatori in canaline, e con utilizzo di tubazioni dedicate.

#### Caratteristiche alimentazione elettrica centrale di rivelazione

Il sistema di rivelazione dovrà essere dotato di due sorgenti di alimentazione elettrica in conformità alla UNI EN 54-4. L'alimentazione primaria verrà effettuata tramite una linea esclusiva, dotata di propri organi di sezionamento e protezione, derivata a valle dell'interruttore generale dell'impianto. La sorgente di sicurezza per quanto riguarda le segnalazioni ottiche-sonore sarà costituita da una batteria di accumulatori; in mancanza di rete l'alimentazione di riserva viene inserita automaticamente in un tempo non superiore a 15s e garantisce un funzionamento del sistema per almeno 72h; tale autonomia viene ridotta fino a 24h purché:

- gli allarmi siano trasmessi ad una o più stazioni ricevitrici
- esista un contratto di assistenza e manutenzione ed esista una organizzazione interna adeguata.

In ogni caso tutti i segnalatori di allarme dovranno essere in grado di funzionare contemporaneamente per almeno 30 minuti.

#### Linea di Alimentazione delle Targhe di Allarme

La linea di alimentazione 24 Vcc delle targhe ottico/acustiche di allarme dovrà partire dalla centrale antincendio e alimentare tutte le targhe con cavo resistente al fuoco CEI EN50200.

#### Rivelatori puntiformi di fumo

I rivelatori di fumo devono essere conformi alla UNI EN 54-7

Nella scelta dei rivelatori devono essere presi in considerazione i seguenti elementi basilari:

Le condizioni ambientali (moti dell'aria, umidità, temperatura, vibrazioni, presenza di sostanze corrosive, presenza di sostanze infiammabili che possono determinare rischi di esplosione, ecc) e la natura dell'incendio nella sua fase iniziale, mettendole in relazione con le caratteristiche di funzionamento dei rivelatori, dichiarate dal fabbricante e attestate dalle prove;

La configurazione geometrica dell'ambiente in cui i rivelatori operano, tenendo presente i limiti specificati nella norma UNI 9795.

Le funzioni particolari richieste al sistema (per esempio: azionamento di una installazione di estinzione d'incendio, esodo di persone)

I rivelatori devono essere installati in modo che possano individuare ogni tipo d'incendio prevedibile nell'area sorvegliata, fin dal suo stadio iniziale e in modo da evitare falsi allarmi.

L'altezza dei rivelatori puntiformi di fumo rispetto al pavimento non deve essere maggiore di 12m.

Nella protezione dei locali, allo scopo di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario e/o impianto e l'eventuale merce in deposito deve trovarsi a meno di 0,5m a fianco o al di sotto di ogni rivelatore.

I rivelatori ottici di fumo dovranno essere del tipo a microprocessore analogico ad auto indirizzamento e saranno collegati con due fili al loop della centrale. I rivelatori useranno l'effetto Tyndall per misurare la

densità di fumo e su comando della centrale invieranno alla medesima i dati rappresentanti il livello analogico della densità di fumo.

La distanza tra i rivelatori e le pareti del locale sorvegliato non deve essere minore di 0,5m, a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1m.

Il tipo di montaggio per i rivelatori sarà a soffitto. Dovrà essere possibile eseguire il test sui sensori. Durante quest'ultimo, sarà simulata una condizione di allarme tramite appositi comandi inviati sul loop. Conseguente la centrale analizzerà i dati riuscendo a constatare in breve tempo se il sensore è in perfette condizioni di funzionamento. La condizione di test dei sensori può anche essere attivata tramite prove con fumo reale.

I rivelatori avranno due LED, d'allarme e di funzionamento. Dovrà inoltre essere presente un uscita per un eventuale collegamento di un LED esterno.

I rivelatori avranno i circuiti isolatori integrati.

### Base per rivelatori analogici

Le basi saranno comune per tutti i rivelatori analogici.

Le basi avranno

- Doppi morsetti per ogni terminale (IN/OUT)
- Perno di blocco rimozione del rivelatore
- Un ampio passaggio cavi

### Camera d'analisi per canali di ricambio aria

All'interno dei canali di ricambio aria sono previste camere d'analisi con tubo di campionamento e rivelatore ottico di fumo.

Campiona le correnti d'aria circolanti nelle condotte per rivelare l'eventuale presenza di particelle di fumo provenienti da un incendio. La camera di analisi si collega direttamente sul loop indirizzato. La semplicità d'installazione di questo rivelatore è tale che si può fissare direttamente sia su canalizzazioni rotonde che rettangolari grazie anche alla possibilità di poter ruotare una parte del rivelatore. Inoltre la tecnologia usata per l'aggancio del rivelatore alla base rende molto semplice le operazioni di manutenzione e pulizia periodiche. Il sistema di rivelazione può contenere sia rivelatori ottici sia laser di fumo (i rivelatori sono da acquistare separatamente). L'eventuale condizione di allarme è visibile sul frontale dell'apparecchiatura tramite un led.

### Pulsanti di segnalazione manuale indirizzabili

I sistemi fissi automatici di rivelazione d'incendio devono essere completati con un sistema di segnalazione manuale costituito da pulsanti manuali di segnalazione.

In ogni zona devono essere installati almeno 2 pulsanti.

In ciascuna zona deve essere installato un numero di pulsanti di segnalazione manuale tale che almeno uno di essi possa essere raggiunto da ogni parte della zona stessa con un percorso non maggiore di 30m.

Alcuni dei punti di segnalazione manuale previsti devono essere installati lungo le vie d'esodo e in prossimità di tutte le uscite di sicurezza.

I punti di segnalazione manuale devono essere conformi alla UNI EN 54-11, installati in posizione chiaramente visibile e facilmente accessibile, a un'altezza compresa fra 1m e 1,6m, protetti contro l'azionamento accidentale, i danni meccanici e la corrosione e indicati con apposito cartello.

I pulsanti di segnalazione manuale dovranno essere del tipo ad auto indirizzamento e saranno collegati con due fili al loop. Dovranno avere la possibilità di essere montati sia a muro che in scatola da incasso. Dovranno avere la possibilità di segnalare la condizione di allarme tramite la rottura di un elemento frangibile.

Dovrà essere possibile eseguire il test sui pulsanti. Durante quest'ultimo, sarà simulata una condizione di allarme tramite appositi comandi inviati sul loop. Conseguente la centrale analizzerà i dati riuscendo a constatare in breve tempo se il pulsante è in perfette condizioni di funzionamento. La condizione di test dei pulsanti può anche essere attivata tramite una speciale chiave in plastica.

I pulsanti avranno due LED, d'allarme e di funzionamento.

I pulsanti avranno i circuiti isolatori integrati.

### Pannelli Ottici Acustici

I pannelli ottici acustici devono essere conformi alla UNI EN 54-2, UNI EN 54-23 e UNI EN 54-3

Per la tipologia degli ambienti è necessario integrare il dispositivo acustico previsto nella centrale di controllo e segnalazione con segnalazioni acustiche e luminose (pannelli ottici/acustici) che devono essere chiaramente riconoscibili come tali e non confuse con altre:

Il livello acustico percepibile deve essere maggiore di 5dB(A) al di sopra del rumore ambientale;

La percezione acustica da parte degli occupanti dei locali deve essere compresa fra 65 dB(A) e 120 dB(A);

Negli ambienti dove è previsto che gli occupanti dormano, la percezione alla testata del letto deve essere di 75 dB(A)

I pannelli ottici acustici saranno utilizzati per ripetere l'allarme incendio in campo. Saranno costituiti da una custodia in ABS e da un frontalino di protezione colore rosso, recante la scritta 'Allarme Incendio'. In caso di allarme fornirà una segnalazione ottica lampeggiante ed acustica di allarme (potenza sonora del buzzer=93 dB angolo 15°).

Per i pannelli installati all'esterno è prevista custodia per grado di protezione IP55.

### **Standard di qualità**

I materiali da impiegare per la realizzazione degli impianti dovranno essere conformi agli standard di qualità seguenti:

|                                      |                    |  |
|--------------------------------------|--------------------|--|
| - Strutture per quadri in lamiera    | tipo o equivalente | NMG - ABB – Bticino - SIEMENS  |
| - Strutture per quadri in PVC        | tipo o equivalente | NMG - Gewiss - Sarel – Hager Lume-ABB-Bticino                        |
| - Interruttori automatici modulari   | tipo o equivalente | NMG - ABB – Bticino - Siemens  |
| - Relè differenziali                 | tipo o equivalente | Dossena - Tytronic   |
| - Strumenti di misura                | tipo o equivalente | IME – Dossena -Freber  |
| - Contattori e relè termici          | tipo o equivalente | Siemens - Telemecanique  |
| - Cavi e conduttori                  | tipo o equivalente | Ceat - Pirelli - Cavis   |
| - Canaline metalliche portacavi      | tipo o equivalente | Gammapi - Lume – Sati - Naxso  |
| - Apparecchi citofonici              | tipo o equivalente | LT Terraneo – Bticino – BPT - Sostel                                 |
| - Apparecchi ad incasso              | tipo o equivalente | Bticino - Vimar – Ave - ABB  |
| - Cassette di derivazione ad incasso | tipo o equivalente | Gewiss - Dielectrix  |
| - Cassette di derivazione a vista    | tipo o equivalente | Gewiss - Sarel - Legrand   |
| - Prese CEE                          | tipo o equivalente | Palazzoli - Gewiss   |
| - Tubazioni in PVC                   | tipo o equivalente | Sarel - Dielectrix   |
| - Corpi illuminanti                  |                    | Disano - Philips – Siemens – G.E. – Guzzini – Thorn – SBP - Beghelli |
| - Armature stagne                    | tipo o equivalente | Disano - Philips – Gewiss – G.E.                                     |
| - Materiali per rete di terra        | tipo o equivalente | Carpaneto - Sati   |
| - Lampade di emergenza               | tipo o equivalente | Beghelli – Ova – Eaton   |
| - Imp. rivelazione incendi           | tipo o equivalente | Notifier - Bosch   |

### **Dichiarazione di conformità**

A fine lavori la ditta installatrice dovrà consegnare al committente due copie della dichiarazione di conformità atte stante l'installazione a regola d'arte di tutti i componenti dell'impianto elettrico; dichiarerà che l'impianto realizzato e i materiali utilizzati sono conformi alle prescrizioni del progetto. In allegato alla dichiarazione di conformità dovranno essere rilasciati:

- Copia requisiti tecnico professionali;
- Relazione con tipologie materiali utilizzati;
- Rapporto di verifica dell'impianto.
- Disegni finali AS BUILT;

### **Verifiche**

Le verifiche da effettuare sono le seguenti:

**Iniziali** quelle previste dalla norma CEI 64-8/6 e dalla Guida CEI 64-14: la verifica deve essere effettuata da persona esperta, competente in lavori di verifica. Completata la verifica deve essere preparato un rapporto.

- Esame a vista
- Verifica della continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali
- Misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico
- Verifica della protezione per separazione nel caso di circuiti SELV o PELV e nel caso di separazione elettrica
- Verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- Prove di polarità
- Prove di funzionamento
- Misura della caduta di tensione (se il locale è molto esteso)
- Misura della resistenza dell'impianto di terra
- Verificare che ampliamenti o modifiche dell'impianto esistente non compromettano la sicurezza delle parti che non vengono modificate.

**Periodiche;** la verifica deve essere effettuata da persona esperta, competente in lavori di verifica. Deve essere disponibile un registro nel quale annotare tutte le verifiche periodiche.

una volta ogni 6 mesi:

- prova di funzionalità degli interruttori differenziali con tasto di prova;  
controllo di efficienza delle sorgenti di energia di sicurezza, incluse le verifiche delle sorgenti autonome, fatti salvi tempi inferiori indicati dal costruttore per la loro manutenzione;

una volta all'anno:

- prova strumentale di funzionalità degli interruttori differenziali ad alta sensibilità ( $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$ );
- esame a vista generale con particolare attenzione alle condizioni dello stato di conservazione e di integrità degli isolamenti, delle giunzioni, dei componenti e degli apparecchi utilizzatori e dell'efficacia degli apparecchi di illuminazione di sicurezza, verificando che non siano stati coperti da modifiche di arredamento ;
- esame a vista, ove possibile, delle connessioni e dei nodi principali facenti parte dell'impianto di terra compresi i conduttori di protezione ed equipotenziali principali;
- verifica che le condizioni termiche originarie dei quadri elettrici non siano state modificate con l'aggiunta successiva di pannelli atti a nascondere o ricoprire il quadro stesso;
- prova di continuità con campionamento non inferiore al 20% del conduttore di protezione;

una volta ogni 2 anni:

- misura della resistenza di terra per i sistemi TT;

una volta ogni 3 anni:

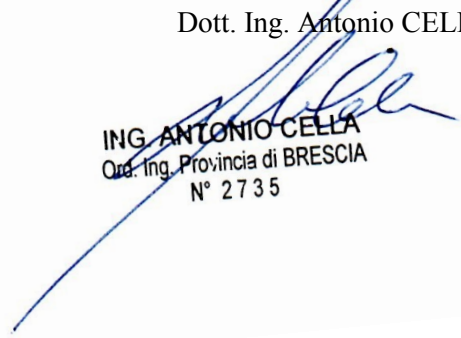
- misura dei livelli di illuminamento;

**Le verifiche di legge:** (Da effettuarsi, a cura di ASL/ARPA od Organismo abilitato, solo se nel locale lavorano dei dipendenti. Il verificatore rilascia regolare verbale che deve essere custodito dal titolare ed esibito a richiesta degli organi di vigilanza)

Verifica dell'impianto di terra effettuata ogni 2 anni (ambiente a maggior rischio in caso di incendio).

Pontevico 21-12-2017

Il tecnico  
Dott. Ing. Antonio CELLA



ING. ANTONIO CELLA  
Ord. Ing. Provincia di BRESCIA  
N° 2735