



PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.5 “Sviluppo del sistema di formazione professionale terziaria (ITS)”

Azione “Potenziamento laboratori ITS Academy”

PROGETTO:

ITS MACHINA LONATI - INDUSTRIA 4.0 E SOFT SKILLS PER UNA FORMAZIONE INNOVATIVA

M4C1I1.5-2023-1002-P-26510

CUP: F84D23003240006

PROGETTO LAVORI:

PROGETTO FTE-DEFINITIVO-ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVI LABORATORI PER L'AMPLIAMENTO DELL'OFFERTA FORMATIVA AI FINI DELLA CREAZIONE DI NUOVI PERCORSI E DELL'INCREMENTO DELLE ISCRIZIONI (art. comma 1 del Contratto di finanziamento)

UBICAZIONE INTERVENTO:

PIANO SECONDO E TERZO PRESSO IMMOBILE DENOMINATO “EX CARNEVALI” SITO IN VIA CEFALONIA N° 77, BRESCIA

IMPIANTO ELETTRICO

RELAZIONE TECNICA

IE_RT

INDICE

RELAZIONE TECNICA.....	3
Art. 1 Oggetto	3
Art. 2 Descrizione e destinazione d'uso dei locali.....	3
Art. 3 Dati fornitura.....	3
Art. 4 Riferimenti a norme e leggi.....	4
Art. 5 Classificazione dei locali	5
Art. 6 Comando di emergenza	5
Art. 7 Infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio	6
Art. 8 Prescrizioni particolari per ambienti a maggior rischio in caso d'incendio	6
Art. 9 Scelta dei materiali e degli apparecchi.....	11
Art. 10 Sezionamento e comando.....	11
Art. 11 Protezione contro i contatti diretti.....	12
Art. 12 Protezione contro i contatti indiretti	13
Art. 13 Impianto di messa a terra.....	13
Art. 14 Grado di protezione minimo	21
Art. 15 Protezione contro le sovracorrenti	22
Art. 16 Prescrizioni sulla scelta dei cavi e dei conduttori.....	22
Art. 17 Protezione contro gli effetti termici	24
Art. 18 Linee in cavo interrato.....	24
Art. 19 Esempi di cavi utilizzabili per esterno.....	25
Art. 20 Modalità di posa tubazioni e canaline	25
Art. 21 Cassette e scatole di derivazione	26
Art. 22 Connessioni	26
Art. 23 Prese a spina	27

Art. 24	Tipologia e normativa di riferimento del quadro elettrico.....	27
Art. 25	Rifasamento impianti elettrici.....	28
Art. 26	Livello di illuminamento medio richiesto all'interno dei locali.....	29
Art. 27	Illuminazione esterna.....	29
Art. 28	Illuminazione di sicurezza UNI EN 1838	29
Art. 29	Segnali di sicurezza UNI EN 1838	31
Art. 30	Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti.....	32
Art. 31	Standard di qualità	32
Art. 32	Modalità e verifiche di collaudo.....	33
Art. 33	Dichiarazione di conformità.....	33
	DESCRIZIONE IMPIANTI E OPERE DA ESEGUIRE	34
Art. 34	Alimentazione utenza e quadro elettrico sottocontatore - QCE	34
Art. 35	Quadri elettrici di distribuzione	34
Art. 36	Distribuzione principale e secondaria	34
Art. 37	Impianto di forza motrice e impianti speciali.....	36
Art. 38	Impianto di trasmissione dati/telefonico	36
Art. 39	Impianto antintrusione	36
Art. 40	Impianti di illuminazione	36
Art. 41	Illuminazione di sicurezza	36
Art. 42	Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.....	36
Art. 43	Impianto di terra.....	37

RELAZIONE TECNICA

Art. 1 Oggetto

La presente relazione tratta il progetto inerente la realizzazione dell'impianto elettrico nei nuovi laboratori dell'ITS MACHINA LONATI nella sede EX CARNEVALI Via Cefalonia, 77 BRESCIA.

Il complesso edilizio è composto da quattro piani fuori terra e da due piani interrati.

L'Istituto scolastico e quindi anche i laboratori sono al secondo e terzo piano dell'edificio ai quali si accede direttamente dalla strada pubblica mediante una scala interna condominiale in muratura e mediante un'altra scala metallica esterna.

I locali e le attività svolte rientrano nell'elenco delle attività soggette ai controlli del Vigili del Fuoco ai sensi del D.P.R. 151/2011

Gli impianti compresi nel presente progetto sono quelli al servizio dei sotto elencati ambienti:

LOCALE SERVER

LAB 01_PRODUCT DESIGN

LAB 02_PROGETTAZIONE DIGITALE DESIGN

LAB 03_MODELLAZIONE CONFEZIONE SARTORIA DIGITALE

LAB 04_DIGITALE MODA

LAB 05_DIGITALE MODA

LAB 06_PROGETTAZIONE MODA

LAB 07_FASCHIO DESIGN

Art. 2 Descrizione e destinazione d'uso dei locali

LABORATORI PER L'AMPLIAMENTO DELL'OFFERTA FORMATIVA AI FINI DELLA CREAZIONE DI NUOVI PERCORSI E DELL'INCREMENTO DELLE ISCRIZIONI (art. comma 1 del Contratto di finanziamento)

Art. 3 Dati fornitura

L'utenza in oggetto ha un proprio punto di consegna energia in Bassa Tensione dedicato con i seguenti valori elettrici caratteristici:

Potenza impegnata : 150 KW

Tensione nominale impianto: 400 V 3F+N

Categoria: I

Frequenza: 50 Hz

Sistema di distribuzione: TT

Corrente di corto circuito Icc presunta nel punto di consegna: 15 kA

Caduta di tensione massima ammessa: 4%

Art. 4 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. 81/08:** Testo Unico sulla sicurezza del lavoro;
- **Legge del 1° marzo 1968 n.186:** Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- **DL 12/09/14 n.133:** Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive; convertito in Legge n.164 del 11/11/14;
- **DPR 380/01:** Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;

Norme di riferimento

- **CEI 0-2:** Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- **CEI 0-16:** Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- **CEI 0-21:** Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- **CEI 64-8:** "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- **CEI 64-8:** sezione 422 e sezione 751 "ambienti a maggior rischio in caso d'incendio"
- **CEI 99-2 (CEI EN 61936-1):** Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. – Parte : prescrizioni comuni;
- **CEI 99-3 (EN 50522):** Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. ;
- **CEI 99-4:** Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;
- **CEI 11-17:** Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo.
- **CEI 64-50** "Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici
- **CEI EN 62305-1** "Protezione contro i fulmini. Principi generali"
- **CEI EN 62305-2** "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio"
- **NCEI EN 62305-3** "Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
- **CEI EN 62305-4** "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
- utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri generali"
- **UNI EN 10819** "Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
- **UNI EN 12464.1** Illuminazione dei posti di lavoro. Posti di lavoro interni
- **UNI EN 12464.2** Illuminazione dei posti di lavoro. Posti di lavoro esterni
- **UNI EN 1838** Illuminazione di emergenza ;
- **CEI 31-87 (CEI EN 60079-10-1) 2016** "Atmosfere esplosive. Parte 10-1: classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas.

-
- **CEI 31-33 (CEI EN 60079-14)** 2015-04 "Atmosfere esplosive. Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici
 - **CEI 31-108** "Atmosfere esplosive - Guida alla progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici in applicazione della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)"
 - **CEI 31-35,V1** 2014-05 "Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)" (abrogata il 13-10-2018);
 - **CEI 31-35/A** 2012-11 "Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione alla Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione" (abrogata il 13-10-2018);
 - **CEI EN 61439-1 (CEI 17-113)**: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali;
 - **CEI EN 61439-2 (CEI 17-114)**: apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2: Quadri di potenza;
 - **CEI 23-51**: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
 - **Guida CEI 306-2** Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali
 - **Guida CEI 64-100** Edilizia residenziale
 - **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

Si raccomanda inoltre l'osservanza di tutte le altre norme, anche se non menzionate, inerenti l'esecuzione degli impianti elettrici e l'ottemperanza a nuove norme e/o varianti entrate in vigore prima dell'ultimazione e della consegna degli impianti.

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.

Art. 5 Classificazione dei locali

I locali interessati dall'intervento saranno classificati secondo la norma CEI 64-8

Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio" di tipo A, ai sensi della norma CEI 64-8/7, sez. 751, in considerazione della densità di affollamento e dell'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio.

Non vi saranno ambienti classificabili come Centrale Termica in quanto il riscaldamento/condizionamento degli stessi sarà realizzato in pompa di calore. Non è previsto nessun punto di fornitura Gas Metano

Art. 6 Comando di emergenza

Per gli impianti elettrici installati in ambienti soggetti al controllo dei VVF e/o in centrali termiche/cucine alimentate da combustibili gassosi con potenza termica > 35 kW, è richiesto in posizione segnalata ed accessibile il comando di emergenza.

Art. 7 Infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio

Il 1 luglio 2015 è entrato in vigore il decreto Sblocca Italia –Legge 164/2014 – contenente articoli che riguardano l'edificio in rete. Da tale data “Tutti gli edifici di nuova costruzione devono essere equipaggiati con un'infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio, costituita da adeguati spazi installativi e da impianti di comunicazione ad alta velocità in fibra ottica fino ai punti terminali di rete”. La normativa rende perciò obbligatoria la predisposizione nelle nuove abitazioni e in quelle oggetto di importanti ristrutturazioni.

Art. 135-bis1

- Tutti gli edifici di nuova costruzione per i quali le domande di autorizzazione edilizia sono presentate dopo il 1 luglio 2015 devono essere equipaggiati con un'infrastruttura fisica multiservizio passiva interna all'edificio, costituita da adeguati spazi installativi e da impianti di comunicazione ad alta velocità in fibra ottica fino ai punti terminali di rete. Lo stesso obbligo si applica, a decorrere dal 1 luglio 2015, in caso di opere che richiedano il rilascio di un permesso di costruire ai sensi dell'articolo 10, comma 1, lettera c).
Per infrastruttura fisica multiservizio interna all'edificio si intende il complesso delle installazioni presenti all'interno degli edifici contenenti reti di accesso cablate in fibra ottica con terminazione fissa o senza fili che permettono di fornire l'accesso ai servizi a banda ultralarga e di connettere il punto di accesso dell'edificio con il punto terminale di rete.
- Tutti gli edifici di nuova costruzione per i quali le domande di autorizzazione edilizia sono presentate dopo il 1 luglio 2015 devono essere equipaggiati di un punto di accesso.
Lo stesso obbligo si applica, a decorrere dal 1 luglio 2015, in caso di opere di ristrutturazione profonda che richiedano il rilascio di un permesso di costruire ai sensi dell'articolo 10. Per punto di accesso si intende il punto fisico, situato all'interno o all'esterno dell'edificio e accessibile alle imprese autorizzate a fornire reti pubbliche di comunicazione, che consente la connessione con l'infrastruttura interna all'edificio predisposta per i servizi di accesso in fibra ottica a banda ultralarga.
- Gli edifici equipaggiati in conformità al presente articolo possono beneficiare, ai fini della cessione, dell'affitto o della vendita dell'immobile, dell'etichetta volontaria e non vincolante di “edificio predisposto alla banda larga”. Tale etichetta è rilasciata da un tecnico abilitato per gli impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), del regolamento di cui al decreto del Ministro dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37, e secondo quanto previsto dalle Guide CEI 306-2 e 64-100/1, 2 e 3.

L'edificio cui al presente progetto permette la connettività in fibra ottica a banda ultra larga con la maggior parte degli operatori di telecomunicazioni oggi presenti sul mercato

Art. 8 Prescrizioni particolari per ambienti a maggior rischio in caso d'incendio

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 d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili. Salvo diversamente indicato dal costruttore, per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere almeno:

Fino a 100 W: 0,5 m

Da 100 a 300 W: 0,8 m

Da 300 a 500 W: 1 m (>500 W: possono essere necessarie distanze maggiori)

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, riscaldamento, contatti elettrici e coinvolgimento delle condutture stesse in incendi; pertanto, esse devono essere realizzate in modo da non essere né causa d'innescio 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 riscaldamento 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 con classe di reazione al fuoco **Eca** 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 con classe di reazione al fuoco almeno pari a **Cca-s3,d1,a3** installati in fascio; 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 con classe di reazione al fuoco minima **Cca-s1b,d1,a1** (non propaganti l'incendio, a bassa emissione di fumi gas tossici e corrosivi).

Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito.

Le prescrizioni aggiuntive per gli impianti in oggetto sono le seguenti:

- a) tutti i componenti dell'impianto, ad esclusione delle condutture, e inoltre gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti entro involucri aventi grado di protezione non inferiore a IP4X e comunque conformi a

512.2 della Norma CEI 64-8. Il grado di protezione IP 4X non si riferisce alla prese a spina per uso domestico e similare, ad interruttori luce e similari, interruttori automatici magnetotermici fino a 16 A potere di interruzione Icn 3000A

Note: 1 In conformità alle Norme CEI relative agli apparecchi di illuminazione, il grado di protezione IP non si applica nei confronti delle lampade.

2 Per i motori il grado di protezione IP4X è riferito alle custodie delle morsettiere e dei collettori; il grado di protezione per le altre parti attive deve essere non inferiore a IP2X.

b) i componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi.

c) quando si prevede che polvere, sufficiente a causare un rischio di incendio, si possa accumulare sugli involucri di componenti dell'impianto, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive.

d) i motori che sono comandati automaticamente o a distanza o che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

I motori con avviamento stella-triangolo non provvisti di cambio automatico dalla connessione a stella alla connessione a triangolo devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella.

e) Nei luoghi nei quali possono esserci rischi di incendio dovuti a polvere e/o a fibre, gli apparecchi di illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularsi in quantità pericolose.

f) Gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere combustibile e/o delle fibre combustibili.

Le prescrizioni del presente articolo si applicano generalmente a tutto l'ambiente considerato; tuttavia, nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici ed i relativi componenti devono avere i requisiti prescritti nel presente articolo può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille, che possono prodursi nel funzionamento ordinario e in situazione di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori a:

1,5 m in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relative aperture provviste di serramenti;

1,5 m in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;

3 m in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

Art. 9 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.

Art. 10 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.

Sezionamento impianto utente dalla rete Enel

Il sezionamento dell'impianto dell'utente dalla rete è assicurato dai seguenti dispositivi:

- Interruttore magnetotermico differenziale sul quadro sottocontatore.

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.

Art. 11 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 e non dispensa dall'applicazione di una delle misure di protezione specificate sopra.
La protezione addizionale mediante l'uso di dispositivi di protezione con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA è richiesta:
 1. Nei locali ad uso abitativo per circuiti che alimentano le prese a spina con corrente nominale non superiore a 20 A; e
 2. per circuiti che alimentano le prese a spina con una corrente nominale non superiore a 32 A destinate ad alimentare apparecchi utilizzatori mobili usati all'esterno;Nota: una esenzione può essere fatta per specifiche prese a spina previste per la connessione a particolari componenti elettrici.

Art. 12 Protezione contro i contatti indiretti

- La tensione limite di contatto UL deve essere minore o uguale a 50 V;
- Interruzione automatica dell'alimentazione:
per i sistemi TT 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;
- sistema SELV E PELV - la tensione nominale non deve essere superiore a 50 V a.c. (valore efficace) e a 120 V d.c. (non ondulata), le parti attive sempre protette mediante isolamento in grado di sopportare per un minuto una tensione di 500 V in c.a. o con involucri con grado di protezione almeno IPXXB;

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).

Art. 13 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 mm	Sezione mm ²	Spessore mm	Valori minimi μm	Valori medi μm
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina ^(b)		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 ^(a)	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 ^(c)			
		Corda	1,8 ^(d)	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1,8 ^(d)	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina	Corda	1,8 ^(d)	25		1 000	
	di piombo ^(a)	Filo tondo		25		1 000	

(a) Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.
(b) Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati.
(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm².
(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 ² rame 16 mm ² ferro zincato (*)
Non protetti contro la corrosione	25 mm ² rame 50 mm ² 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 $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sezione minima del corrispondente conduttore 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:

- 25mm², se in rame;
- 35 mm², 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 mm² se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm² 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 involucri 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 mm² in rame;
 - 16 mm² in alluminio;
 - 50 mm² 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 mm².

Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi 25 mm², 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.

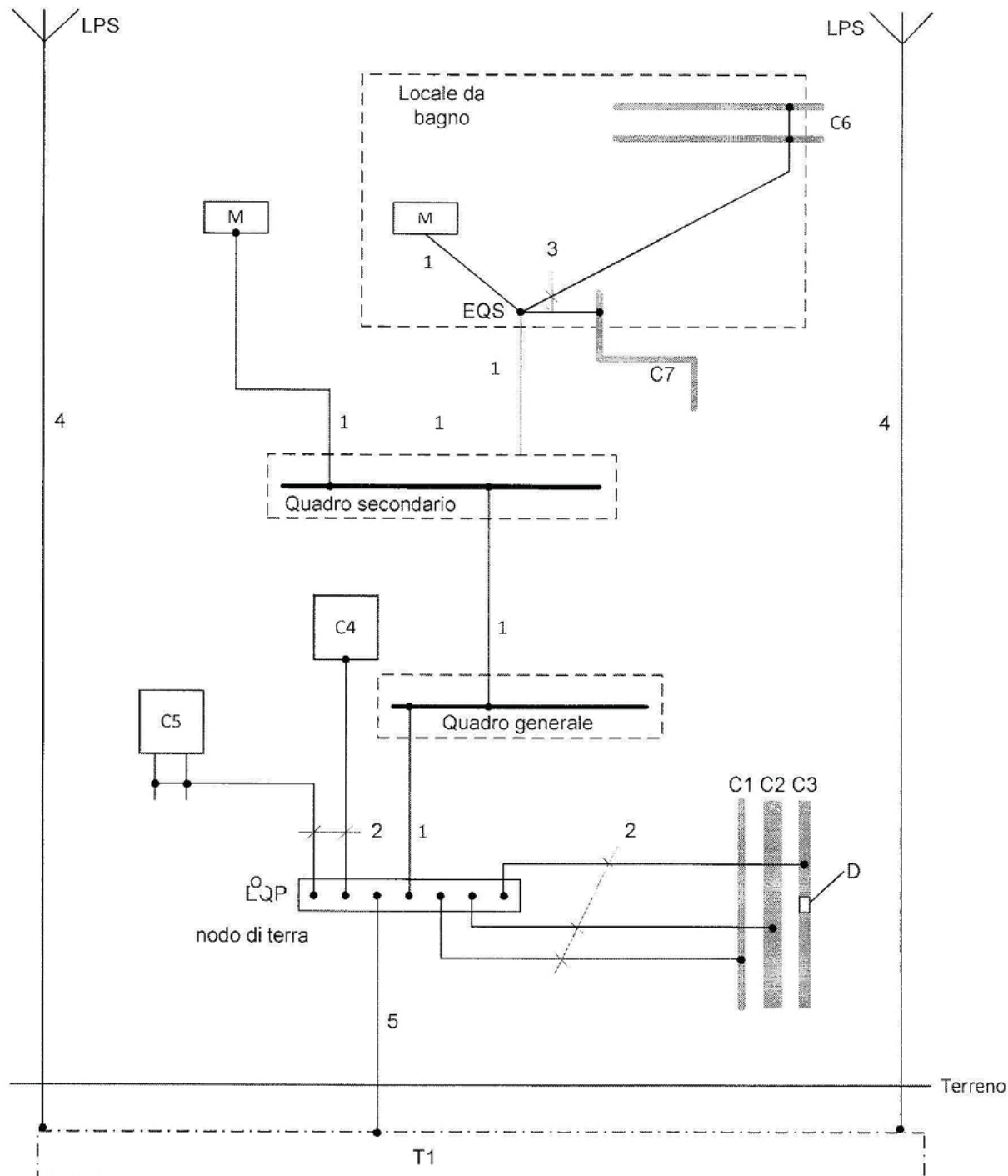
Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa ad una massa estranea deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione e non superiore a quanto indicato in 547.1.1.

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

- 2,5 mm² Cu se i conduttori sono meccanicamente protetti;
- 4 mm² 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

Art. 14 Grado di protezione minimo

Generalmente IP4X è il grado minimo richiesto agli ambienti interni, esclusi gli ambienti particolari soggetti a norma specifica o con condizioni ambientali particolari di seguito descritte (presenza di acqua e/o polveri).; in particolare per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, in alcuni casi è richiesto un grado di protezione minimo IP4X (vedere articoli dedicati).

Negli ambienti soggetti a probabile presenza di polvere occorre prevedere un grado di protezione delle apparecchiature almeno IP5X.

Negli ambienti soggetti a probabile presenza di acqua, e/o dove si procede abitualmente a spargimenti di liquidi, occorre prevedere un grado di protezione delle apparecchiature almeno IPX5.

In prossimità delle possibili sorgenti di emissione gas metano SE, in attesa della classificazione del rischio di esplosione, mantenere gli impianti elettrici ad una distanza di almeno 1,5 m e comunque prevedere in vicinanza un grado minimo di protezione \geq IP44.

Per impianti situati all'esterno garantire i seguenti gradi di protezione:

- IPX8, protezione contro gli effetti dell'immersione continua: impianti d'illuminazione situati all'esterno, componenti interrati o installati in pozzetto senza drenaggio (prevedibile un funzionamento prevalentemente sommerso).
- IPX7, protezione contro gli effetti dell'immersione temporanea (30 minuti): impianti d'illuminazione situati all'esterno, componenti interrati o installati in pozzetto con drenaggio;

- IPX6, protezione contro le ondate;
- IPX5, protezione contro i getti d'acqua;
- IPX4, protezione contro gli spruzzi d'acqua;

Art. 15 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:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad e \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

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 conduttura.

Art. 16 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_o/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. 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 alla Norma CEI 20-22.

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

sviluppano 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 mmq per ogni singola derivazione di segnale acustico funzionante a bassissima tensione 12V;
- 1.5 mmq per ogni singola derivazione per presa a spina da 10 A;
- 1.5 mmq per ogni singola derivazione per punto luce;
- 2.5 mmq per ogni singola derivazione per presa a spina da 16 A;
- 2.5 mmq per dorsali prese da 10 A;
- 2.5 mmq per dorsali di illuminazione;
- 4.0 mmq 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 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (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 mm².

Non è richiesto comunque che la sezione superi 25 mm² 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 mm² se è prevista una protezione meccanica, 4 mm² 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.

POSA DI CAVI CON TENSIONI DIVERSE

I cavi con linee a diversa tensione devono avere percorsi distinti e separati, nel caso fosse indispensabile la posa promiscua, il loro isolamento deve essere dimensionato in base al circuito a tensione più elevata e deve essere realizzata una separazione galvanica nelle cassette di derivazione con particolare attenzione ai morsetti che devono essere riconoscibili da quelli a diversa tensione.

Art. 17 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.

Art. 18 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 I) 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 I 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 I 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;

Art. 19 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;

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

Art. 20 Modalità di posa tubazioni e canaline

L'installazione dei tubi di protezione e delle canalizzazioni, deve essere realizzata prendendo in esame la resistenza meccanica e le sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa che durante l'esercizio.

N.B. Gli staffaggi dovranno garantire il rispetto del DM 14/01/2008 cap. 7.2.4 "Progettazione per azioni sismiche". La ditta installatrice dovrà rilasciare relazione di calcolo e certificato di conformità dei materiali utilizzati.

Negli impianti in oggetto, potranno essere previste, a seconda 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 autoestinguente.

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 autoestinguenti 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 autoestinguenti 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 autoestinguenti: 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, almeno di 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che deve contenere;
- Il diametro minimo ammesso sarà di 16 mm per derivazioni luce e 20 mm per derivazioni forza motrice.

Art. 21 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 autoestinguente 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

Art. 22 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.

Art. 23 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 non deve essere inferiore 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 mezzeria 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) situate in edifici a destinazione primariamente residenziale, si raccomanda che le loro parti, ad esclusione delle singole prese incorporate, assicurino almeno il grado di protezione IP52 per l'accoppiamento meccanico sul piano del pavimento.

Il grado minimo di protezione di cui sopra non si riferisce all'applicazione particolare su pavimenti sopraelevati o riportati (a pannelli accostati) per la cui pulitura non si prevedono spargimenti di liquidi.

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, radioricezione 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.

Art. 24 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 microinteruttori 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 transianti.

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 collettore 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.

Art. 25 Rifasamento impianti elettrici

Per ovviare al basso fattore di potenza (cosfi) 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 (cosfi) contrattuale di 0,95;
- Il fattore di contemporaneità dei carichi;

In questa fase è escluso il calcolo del rifasamento automatico.

Art. 26 Livello di illuminamento medio richiesto all'interno dei locali

L'illuminamento medio non deve scendere al di sotto dei valori indicati nella norma UNI EN 12464-1 indipendentemente dagli anni e dalle condizioni di installazione:

AMBIENTE	ILLUMINAMENTO MEDIO (LX)	CRI	UGR
LABORATORI	500	90	19
LOCALE SERVER	300	80	19

La natura delle sorgenti luminose dovrà essere scelta tra i sistemi più idonei privilegiando quelli a rendimento maggiore (minor consumo a parità di flusso emesso).

Il fattore di potenza dovrà essere mantenuto superiore a 0.95 mediante rifasamento, se necessario, d'ogni punto luce.

Art. 27 Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna dovrà essere realizzata tenendo conto della Norma UNI 10819 contro l'inquinamento luminoso e in particolare della Legge Regionale Lombardia n.31 del 05/10/2015 e successivi aggiornamenti.

Art. 28 Illuminazione di sicurezza UNI EN 1838

Le prescrizioni della norma UNI EN 1838 sono requisiti minimi da utilizzare in fase di progetto e sono calcolati sull'intero periodo di autonomia e fino alla condizione di fine vita delle apparecchiature; il contributo luminoso fornito dalla luce riflessa non viene considerato.

L'obiettivo dell'illuminazione di sicurezza è consentire l'esodo sicuro da un luogo in caso di mancanza della normale alimentazione.

L'alimentazione di sicurezza deve essere ad interruzione breve ($\leq 0,5$ s).

Scopo dell'illuminazione delle vie di esodo è consentire un esodo sicuro agli occupanti, fornendo appropriate condizioni di visibilità e indicazioni adeguate sulle vie di esodo ed in luoghi particolari, nonché di assicurare l'agevole localizzazione e/o l'impiego dei dispositivi di sicurezza e antincendio.

Scopo dell'illuminazione antipanico è la riduzione della probabilità di insorgere del panico e di consentire agli occupanti di raggiungere in sicurezza le vie di esodo, fornendo condizioni di visibilità idonee all'individuazione della direzione di uscita.

È opportuno che la luce per l'illuminazione delle vie di esodo e delle aree estese, sia diretta dall'alto verso il piano di riferimento, illuminando inoltre ogni ostacolo fino a 2 m di altezza al di sopra del piano.

Scopo dell'illuminazione nelle aree con attività ad alto rischio è quello di contribuire alla sicurezza delle persone impegnate in situazioni o processi potenzialmente pericolosi, nonché di consentire l'effettuazione di corrette procedure di terminazione dei processi, in funzione della sicurezza di altri occupanti del luogo.

Un adeguato posizionamento di segnali indicanti la via di uscita da un luogo, può diminuire l'ansia e il panico.

È quindi molto importante che le uscite siano chiaramente indicate e che siano visibili quando la zona è occupata.

DEFINIZIONI

Ai fini della presente norma si applicano le definizioni seguenti:

illuminazione di emergenza

Illuminazione destinata a funzionare quando l'alimentazione dell'illuminazione normale viene a mancare
via di esodo

Percorso destinato all'esodo, in caso di emergenza.

illuminazione di sicurezza

Parte dell'illuminazione di emergenza, destinata a provvedere all'illuminazione per la sicurezza delle persone durante l'evacuazione di una zona o di coloro che tentano di completare un'operazione potenzialmente pericolosa prima di lasciare la zona stessa.

illuminazione di sicurezza per l'esodo

Parte dell'illuminazione di sicurezza, destinata ad assicurare che i mezzi di fuga possano essere chiaramente identificati e utilizzati in sicurezza quando la zona è occupata.

illuminazione antipanico di aree estese

(conosciuta in alcuni paesi come illuminazione antipanico): Parte dell'illuminazione di sicurezza, destinata ad evitare il panico e a fornire l'illuminazione necessaria affinché le persone possano raggiungere un luogo da cui possa essere identificata una via di esodo.

illuminazione di aree ad alto rischio

Parte dell'illuminazione di emergenza, destinata a garantire la sicurezza delle persone coinvolte in processi di lavorazione o situazioni potenzialmente pericolose e a consentire procedure di arresto adeguate alla sicurezza dell'operatore e degli occupanti dei locali.

illuminazione di riserva

Parte dell'illuminazione di emergenza che consente di continuare la normale attività senza sostanziali cambiamenti uscita di sicurezza

Uscita destinata ad essere utilizzata per ragioni di sicurezza, in caso di emergenza.

segnale di sicurezza

Segnale che esprime un messaggio generale di sicurezza, ottenuto con la combinazione di un colore e di una figura geometrica e che, con l'aggiunta di un segno grafico o di un testo, esprime un messaggio di sicurezza particolare

segnale di sicurezza illuminato esternamente

Segnale illuminato, quando richiesto, da una sorgente esterna.

segnale di sicurezza illuminato internamente

Segnale illuminato, quando richiesto, da una sorgente interna.

Generalità

Ai fini di una buona visibilità in caso di evacuazione, è richiesta un'illuminazione nell'intero spazio.

Il requisito si intende soddisfatto installando gli apparecchi di illuminazione ad una altezza di almeno 2 m dal suolo. Le indicazioni segnaletiche, posizionate sulle uscite che possono essere utilizzate in caso di emergenza e lungo le vie di esodo, devono essere illuminate in modo da identificare con certezza il percorso verso un luogo sicuro.

Nel caso in cui la visione diretta di un'uscita di sicurezza non sia possibile, è necessario utilizzare un segnale direzionale illuminato (o una serie di segnali), per facilitare l'avanzamento verso le uscite di emergenza. Per fornire un illuminamento adeguato, un apparecchio di illuminazione di sicurezza conforme alla EN 60598-2-22, deve essere posizionato in prossimità di ogni porta di uscita e dove sia necessario evidenziare potenziali pericoli o le attrezzature di sicurezza, cioè almeno nei punti seguenti:

- a) ad ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza;
- b) vicino (vedere nota) alle scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta;
- c) vicino (vedere nota) ad ogni cambio di livello;
- d) sulle uscite di sicurezza indicate ed in corrispondenza dei segnali di sicurezza;
- e) ad ogni cambio di direzione;
- f) ad ogni intersezione di corridoi;
- g) vicino ed immediatamente all'esterno di ogni uscita;
- h) vicino (vedere nota) ad ogni punto di pronto soccorso;
- i) vicino (vedere nota) ad ogni dispositivo antincendio e punto di chiamata.

Qualora i punti indicati con h) e i) non si trovino lungo una via di esodo o in un'area estesa, essi devono essere illuminati con un livello di illuminamento minimo al suolo di 5 lx.

Nota

Per "vicino" si intende una distanza minore di 2 m, misurata orizzontalmente.

Illuminazione di sicurezza per l'esodo

Per vie di esodo di larghezza fino a 2 m, l'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo, non deve essere minore di 1 lx e la banda centrale, di larghezza pari ad almeno la metà di quella della via di esodo, deve avere un illuminamento non minore del 50% del precedente valore.

Nota 1

Vie di esodo di larghezza maggiore devono essere considerate come insieme di percorsi di larghezza pari a 2 m, oppure essere fornite di illuminazione antipanico.

Nota 2

Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo sulla linea centrale della via di esodo, non deve essere maggiore di 40:1.

L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

La durata minima dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

Illuminazione antipanico

L'illuminamento orizzontale al suolo non deve essere minore di 0,5 lx sull'intera area non coperta, con esclusione di una fascia di 0,5 m sul perimetro dell'area stessa.

Il rapporto tra il valore massimo e il valore minimo dell'illuminamento antipanico non deve essere maggiore di 40:1.

L'autonomia minima richiesta ai fini dell'esodo è di 1 h.

Illuminazione di aree ad alto rischio

In aree ad alto rischio, l'illuminamento mantenuto sul piano di riferimento non deve essere minore del 10% dell'illuminamento previsto per l'attività; esso non deve essere comunque minore di 15 lx. Non devono prodursi pericolosi effetti stroboscopici.

L'uniformità di illuminazione di aree ad alto rischio, non deve essere minore di 0,1.

L'autonomia minima deve essere pari al tempo in cui esiste rischio per le persone.

Art. 29 Segnali di sicurezza UNI EN 1838

Le prescrizioni della norma UNI EN 1838 sono requisiti minimi da utilizzare in fase di progetto e sono calcolati sull'intero periodo di autonomia e fino alla condizione di fine vita delle apparecchiature; il contributo luminoso fornito dalla luce riflessa non viene considerato.

I segnali di sicurezza per le uscite di sicurezza e i segnali di pronto soccorso devono soddisfare i requisiti seguenti:

Nota

La Direttiva del Consiglio 92/58/CEE del 24 giugno 1992 sui requisiti minimi per la segnaletica di sicurezza sui luoghi di lavoro, riporta indicazioni sul formato dei segnali di sicurezza.

I segnali di sicurezza devono raggiungere almeno il 50% del valore di luminanza richiesto entro 5 s e il valore totale richiesto entro 60 s.

I colori devono essere conformi ai requisiti della ISO 3864.

Il valore minimo di luminanza dell'intera area del colore di sicurezza del segnale deve essere 2 cd/m² in ogni pertinente direzione di osservazione

Il rapporto tra luminanza massima e luminanza minima, in ogni area bianca o di colore di sicurezza, non deve essere maggiore di 10:1.

Nota

Dovrebbero essere evitate forti variazioni tra punti adiacenti.

Il rapporto tra la luminanza L bianco e la luminanza L colore non deve essere minore a 5:1 e non deve essere maggiore di 15:1

Un segnale illuminato internamente è distinguibile a distanza maggiore rispetto ad un segnale illuminato esternamente avente la stessa dimensione, perciò la massima distanza di visibilità deve essere determinata utilizzando la formula seguente:

$$d = s * p$$

dove:

d è la distanza di visibilità;

p è l'altezza del pittogramma;

s è una costante pari a 100 per segnali illuminati esternamente e pari a 200 per segnali illuminati internamente.

Art. 30 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 mm².
- 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).

Art. 31 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 | NMG - ABB – Bticino - SIEMENS |
| - Strutture per quadri in PVC | NMG - Gewiss - Sarel – Hager Lume-ABB-Bticino |
| - Interruttori automatici modulari | NMG - ABB – Bticino - Siemens |
| - Relè differenziali | Dossena - Tytronic |
| - Strumenti di misura | IME – Dossena -Freber |
| - Contattori e relè termici | Siemens – Telemecanique –ABB Bticino |
| - Cavi e conduttori | Ceat - Pirelli - Cavis |
| - Canaline metalliche portacavi | Gammapi - Lume – Sati - Naxso |
| - Apparecchi citofonici | LT Terraneo – Bticino – BPT - Sostel |
| - Apparecchi ad incasso | Bticino - Vimar – Ave - ABB |

- Cassette di derivazione ad incasso	Gewiss - Dielectrix
- Cassette di derivazione a vista	Gewiss - Sarel - Legrand
- Prese CEE	Palazzoli - Gewiss
- Tubazioni in PVC	Sarel - Dielectrix
- Corpi illuminanti	Disano - Philips - Siemens - G.E. - Guzzini - Thorn -
	SBP - Beghelli - Performance Lighting
- Armature stagne	Disano - Philips - Gewiss - G.E.
- Materiali per rete di terra	Carpaneto - Sati
- Lampade di emergenza	Beghelli - Ova - Eaton - Linergy

Art. 32 Modalità e verifiche di collaudo

Iniziali: (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
Misura della resistenza dell'impianto di terra

Periodiche: (la verifica deve essere effettuata da persona esperta, competente in lavori di verifica. Completata la verifica deve essere preparato un rapporto). Le verifiche periodiche devono essere effettuate ad intervalli di tempo tali da non compromettere la sicurezza d'uso dell'impianto, e devono comprendere almeno:

Esame a vista
Misura della resistenza di isolamento
Prova della continuità dei conduttori di protezione
Prove per la protezione contro i contatti indiretti, incluse le prove di funzionamento dei dispositivi differenziali
Misura della resistenza dell'impianto di terra

Di legge: (Da effettuarsi, a cura di ASL/ARPA od Organismo abilitato, solo se nei locali 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.

Art. 33 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

DESCRIZIONE IMPIANTI E OPERE DA ESEGUIRE

Art. 34 Alimentazione utenza e quadro elettrico sottocontatore - QCE

La fornitura di energia elettrica alla struttura è effettuata in bassa tensione e più precisamente a 400V – 3F+N.

Il gruppo di misura è ubicato in un locale contatori come evidenziato nella planimetria allegata.

A valle del gruppo di misura sarà installato il nuovo quadro sottocontatore QCE costituito da quadro da esterno in plastica doppio isolamento, grado di protezione IP65, contenente l'interruttore magnetotermico generale.

All'esterno, in prossimità delle scale di accesso ai locali, in posizione facilmente raggiungibile, adeguatamente segnalato e identificabile, verrà installato un pulsante per il comando di emergenza a lancio di corrente, con spia di segnalazione circuito non guasto, per lo sgancio dell'interruttore generale nel QCE

Art. 35 Quadri elettrici di distribuzione

Il quadro elettrico generale QGEN, verrà installato nel locale server al secondo piano e sarà costituito da armadio in metallo a pavimento, con grado di protezione IP4X.

Dal quadro generale QGEN verranno alimentati i quadri elettrici dei singoli laboratori QELAB 01÷07 costituiti da quadro in plastica da incasso a parete con portella di chiusura IP4X o quadri in metallo a parete con grado di protezione IP4X (vedere schemi elettrici)

Si precisa che in alcuni quadri, è stata presa come riferimento per la classificazione degli interruttori la Norma CEI EN 60947-2 che richiede però una regolare manutenzione e controllo dell'impianto.

Art. 36 Distribuzione principale e secondaria

La linea dorsale dal quadro sottocontatore QCE al quadro QGEN, sarà realizzata con cavi unipolari doppio isolamento FG16-R16 posati in parte in cavidotto corrugato in PVC doppia parete serie pesante interrato e in parte in canalina metallica a vista.

La distribuzione verso i laboratori sarà realizzata con cavi a doppio isolamento FG16(O)M16, posati in parte in cavidotti corrugati in PVC doppia parete serie pesante interrati e in parte in tubazioni rigide in PVC serie pesante autoestinguenti a vista e/o in canale metallica zincata a parete.

La distribuzione interna ai laboratori sarà realizzata con cavi doppio isolamento FG16(O)M16 posati in tubazioni flessibili in PVC autoestinguenti fissate al plafone all'interno del controsoffitto e/o entro canalizzazioni metalliche (è vietata la posa di tubazioni e/o cavi direttamente sulla struttura del controsoffitto).

Parte della distribuzione sarà realizzata con cavi a semplice isolamento FS17, posati in tubazioni in PVC corrugate serie pesante autoestinguenti sottotraccia.

Sotto i banchi dei laboratori verranno installate nuove canaline in PVC per la distribuzione dei circuiti di forza motrice.

La distribuzione per l'illuminazione degli uffici sarà realizzata con cavi doppio isolamento FG16(O)M16 posati in tubazioni rigide a vista in PVC autoestinguenti fissate al plafone al controsoffitto (è vietata la posa di tubazioni e/o cavi direttamente sulla struttura del controsoffitto).

L'impianto di trasmissione dati e gli impianti speciali in generale, dovranno essere totalmente segregati dai circuiti di forza motrice e illuminazione, con installazione dei cavi di segnale in canaline dotate di setto separatore e/o in tubazioni dedicate.

Dovranno 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.

Cavi FG16(O)R16-0,6/1kV: (CPR Cca-s3,d1,a3) cavi adatti per l'alimentazione e trasporto di energia e/o segnali nell'industria/artigianato e nell'edilizia residenziale. Adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, anche in ambienti bagnati, per posa interrata diretta o indiretta. In accordo al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11. Tensione nominale 0.6/1 kV.

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina in miscela termoplastica tipo R16.

Norme di riferimento: CEI 20-13, CEI UNEL 35318, CEI UNEL 35322, EN 50575:2014, EN 50575/A1:2016, EN 13501-6, EN 50399, EN 60332-1-2, EN 60754-2.

Cavi FG16(O)M16-0,6/1kV: (CPR Cca-s1b,d1,a1) cavi adatti per l'alimentazione e trasporto di energia e/o segnali nell'industria/artigianato e nell'edilizia residenziale. Adatti per posa fissa sia all'interno che all'esterno, anche in ambienti bagnati, per posa interrata diretta o indiretta. Cavi adatti nei luoghi con pericolo d'incendio e con elevata presenza di persone. Nei luoghi nei quali, in cui in caso d'incendio, le persone presenti siano esposte a gravi rischi per le emissioni di fumi, gas tossici e corrosivi e nelle quali si vogliono evitare danni alle strutture, alle apparecchiature e ai beni presenti ed esposti.

In accordo al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11. Tensione nominale 0.6/1 kV

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 p.q.a. ,CEI UNEL 35324, CEI UNEL 35328, EN 50575:2014, EN 50575/A1:2016; EN 13501-6, EN 50399, EN 60332-1-2, EN 60754-2, EN 61034-2.

Cavi FS17-450/750V: (CPR Cca-s3,d1,a3) cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa per interni e cablaggi. In accordo al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11. Tensione nominale 450/750V.

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

Norme di riferimento: CEI UNEL 35716, EN 50575:2014, EN 50575/A1:2016, EN 13501-6, EN 50399, EN 60332-1-2, EN 60754-2.

Cavi FS18(O)R18-300/500V: (CPR Cca-s3,d1,a3) cavi per energia e segnalazioni flessibili per interni e cablaggi.

In accordo al Regolamento Europeo (CPR) UE 305/11. Tensione nominale 300/500V.

Conduttore flessibile di rame rosso ricotto, classe 5, isolamento in PVC tipo S18.

Norme di riferimento: CEI UNEL 35720, EN 50525-1, CEI 20-11/0-1 V2, EN 50267-2-1, EN 50575:2014, EN 50575/A1:2016, EN 13501-6, EN 50399, EN 60332-1-2, EN 60754-2.

Cavi FTG18(O)M16-0,6/1kV: (CPR B2ca - s1a, d1, a1)

Sono destinati per impianti che richiedono i massimi requisiti di sicurezza nei confronti degli incendi quali: impianti per luci di emergenza, di allarme e di rilevazione automatica dell'incendio, dispositivi di spegnimento incendio e apertura porte automatiche, sistemi di elevazione, di aerazione e di condizionamento, sistemi telefonici di emergenza. Posa fissa.

Norme di riferimento: CEI 20-45, CEI 20-38, EN50200, EN50362.

Cavi FTG10(O)M1-0,6/1kV: tensione nominale 0.6/1 km, tensione di prova 4kV, isolamento elastomerico reticolato di qualità G10, conduttore flessibile di rame ricotto stagnato; guaina termoplastica speciale di qualità M1 di colore azzurro. Non propagazione della fiamma e dell'incendio. Assenza di gas corrosivi in caso di incendio. Ridottissima emissione di gas tossici e di fumi opachi in caso di incendio. Resistente al fuoco. Il tutto secondo norme CEI 20-22III, CEI 20-35, CEI 20-37, CEI 20-38, CEI 20-36/4-0; CEI 20-36/5-0;

Art. 37 Impianto di forza motrice e impianti speciali

L'impianto di forza motrice e impianti speciali saranno costituiti da:

- quadri prese tipo CEE con interblocco trifase e monofase, grado di protezione IP4X;
- quadri prese tipo CEE con interblocco trifase e monofase, con fusibili di protezione, grado di protezione IP4X;
- prese modulari bipasso e tipo Unel 2x10/16 A a vista;
- prese modulari bipasso e tipo Unel 2x10/16 A sottotraccia;
- torrette a pavimento attrezzate con prese FM e TD nella zona laboratori;
- alimentazione impianto di climatizzazione e ricambio aria;
- impianto di trasmissione dati categoria 6, con prese RJ45, cavi a 4 coppie del tipo F/FTP, classe CPR Cca-s1b,d1,a1, categoria 6, derivati da armadio Rack;

Art. 38 Impianto di trasmissione dati/telefonico

L'impianto di trasmissione dati/telefonico sarà costituito da quadro Rack a parete, installato nel locale server, da cui saranno derivati cavi a 4 coppie del tipo F/FTP, classe CPR Cca-s1b,d1,a1, categoria 6 e prese RJ45.

L'impianto trasmissione dati dovrà essere totalmente segregato dai circuiti di forza motrice e illuminazione.

Art. 39 Impianto antintrusione

L'impianto di antintrusione sarà costituito da una centrale dotata di batterie con espansioni, sensori volumetrici e sensori perimetrali e dispositivi di comando.

L'impianto antintrusione dovrà essere totalmente segregato dai circuiti di forza motrice e illuminazione.

Art. 40 Impianti di illuminazione

Laboratori

Sono previsti sistemi di illuminazione a plafone con lampade a led e ottica a bassa luminanza per presenza videotermini completamente dimmerabili in modo automatico e manuale;

Art. 41 Illuminazione di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza è prevista in prossimità delle vie di fuga e delle uscite di sicurezza in intensità sufficiente a garantire un ordinato deflusso delle persone presenti nei locali in caso di guasto all'illuminazione artificiale, con un'autonomia garantita non inferiore a 1 ora, e tempo di ricarica 12 h.

Per il calcolo dell'illuminazione di sicurezza, è stata presa come riferimento la Norma UNI EN 1838.

Per vie di esodo di larghezza fino a 2 m, l'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo, non deve essere minore di 1 lx e la banda centrale, di larghezza pari ad almeno la metà di quella della via di esodo, deve avere un illuminamento non minore del 50% del precedente valore. Calcolo eseguito senza riflessioni. L'illuminazione di sicurezza sarà costituita da apparecchi autonomi a led di varie potenze come indicato nella planimetria allegata, con autonomia 1h.

Art. 42 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

La verifica secondo la norma CEI 81.10 per quanto riguarda le scariche atmosferiche ha evidenziato che la struttura risulta autoprotetta contro le scariche atmosferiche dirette ed indirette per rischio R1 "rischio di perdite vite umane". In accordo con la decisione del proprietario/responsabile di non effettuare la valutazione economica, non è stato considerato il rischio R4 per la perdita economica (L4).

E' comunque prevista l'installazione di un sistema di scaricatori di sovratensioni Classe I+II, con corrente nominale totale $I_n = 50$ kA, in ingresso alla struttura nel quadro elettrico QGEN e un sistema di limitatori di sovratensioni classe II, con corrente nominale $I_n = 20$ kA, nei quadri principali di distribuzione.

Art. 43 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà unico per le masse estranee, per le masse di MT e di BT e neutro del trasformatore.

L'impianto di dispersione sarà costituito da dispersori a croce in acciaio zincato da 1,5 m, collegati fra loro da corda nuda in rame sezione 35 mmq, il tutto posato in intimo contatto col terreno.

In cabina di ricezione e trasformazione MT/BT sarà previsto il collettore di terra principale per il collegamento comune degli impianti di terra; il collettore sarà costituito da una barra di rame di adeguate dimensioni, con morsetti, viti e bulloni per fissare i capicorda dei conduttori, dovrà essere ispezionabile e idoneo per permettere la connessione ed il disinserimento dei singoli cavi.

Il collettore principale di terra costituisce il punto di congiunzione, che deve essere accessibile per le verifiche, fra i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali.

Al nodo generale di terra saranno allacciati :

- i conduttori di terra;
- il neutro del trasformatore;
- i conduttori di protezione dei circuiti;
- i conduttori equipotenziali principali (EQP)
- le masse estranee;
- i nodi equipotenziali secondari ;
- i ferri di armatura.

Il collettore di terra principale sarà collegato con corda nuda di rame sezione 35 mmq, all'impianto di dispersione dell'intero complesso.

Si prevedono i collegamenti di protezione delle masse e i collegamenti equipotenziali di tutte le masse estranee che verranno messe a terra.

L'impianto di terra è esistente e non verrà modificato.

Il collettore di terra installato nel quadro generale parte nuova QE2, sarà collegato con cavo FS17-GV sezione adeguata all'impianto di terra, al collettore del quadro QSC.

Si prevedono i collegamenti di protezione delle masse e i collegamenti equipotenziali di tutte le masse estranee che verranno messe a terra.

La resistenza dell'impianto di terra è adeguata, in quanto dalla verifica effettuata col metodo Loop test, si è misurato un valore di 22 ohm, inferiore al valore consentito dalla seguente relazione:

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

$$I_{dn} = 1A \quad U_L = 50V \quad \text{e quindi} \quad R_E \leq 50 \text{ Ohm}$$

dove:

U_L = tensione limite di contatto (50 V),

R_E = resistenza di terra,

I_{dn} = corrente nominale del dispositivo differenziale con corrente di intervento più elevata;

Brescia 20-09-2023