

COMUNE DI ROGENO

INTERVENTI DI EDILIZIA SCOLASTICA (D.G.R. N. X/3293 DEL 16.03.2015)
LAVORI DI REALIZZAZIONE NUOVO CAMPUS SCOLASTICO COMUNALE

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO TAVOLA:

**RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E
TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

DATA:
Ottobre 2015

AGGIORNAMENTO:

SCALA:

PROGETTISTA:

Dott. Arch. ROBERTO RABBIOSI

Iscritto all'Ordine degli Architetti
della Provincia di Sondrio al n° 276

TIMBRO:

TAVOLA NR.

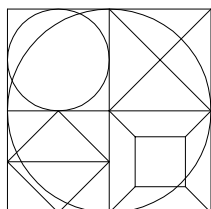
le.1

PROGETTISTA:

Dott. Ing. ATTILIO BALITRO

Iscritto all'Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Sondrio al n° 144

TIMBRO:



STUDIO TECNICO ASSOCIATO

Ingegneria - Architettura - Urbanistica

Dott. Ing. ATTILIO BALITRO -

Dott. Arch. ROBERTO RABBIOSI

Via Fabani N 45 23017 Morbegno (so) tel 0342/610035 - fax 0342/600833

INDICE

1.	OGGETTO E PRESTAZIONI RICHIESTE	3
2.	ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO.....	4
2.1.	PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO	4
2.2.	VARIANTI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE	4
2.3.	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ	4
3.	IDENTIFICAZIONE DEL TIPO DI AMBIENTE	5
3.1.	CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI	5
3.2.	DESTINAZIONE D'USO	5
4.	RISPONDERA A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI.....	6
4.1.	NORME TECNICHE, LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
5.	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO.....	8
5.1.	CLASSIFICAZIONE DELL'IMPIANTO	8
5.2.	LIMITI DELL'IMPIANTO.....	8
5.3.	ELENCO DEI CARICHI ELETTRICI.....	8
5.4.	CADUTA DI TENSIONE SULLE LINEE	8
5.5.	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI	9
5.6.	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	9
5.6.1.	GRADO DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI	9
5.7.	PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE.....	9
5.8.	PROTEZIONE CON COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO RINFORZATO	10
5.9.	DIMENSIONAMENTO E POSA DELLE LINEE	10
5.9.1.	CARATTERISTICHE DELLE CONDUTTURE	10
5.10.	DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACCORRENTI.....	11
5.10.1.	PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO.....	11
5.10.2.	PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO.....	11
5.11.	DISTRIBUZIONE ELETTRICA.....	12
5.11.1.	QUADRI ELETTRICI	12
5.11.1.1.	NORMA CEI 17-113	12
6.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	13
6.1.	ESECUZIONE DI IMPIANTI IN TUBO A VISTA	13
6.2.	ESECUZIONE DI IMPIANTI IN TUBO SOTTO TRACCIA	13
6.3.	ESECUZIONE DI IMPIANTI IN CAVIDOTTO	13
6.4.	QUOTE D'INSTALLAZIONE	14
7.	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	15
7.1.	RIFASAMENTO DEGLI IMPIANTI	15
7.2.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	15
7.2.1.	REQUISITI PER UNA BUONA ILLUMINAZIONE	15
7.2.2.	LIVELLO DI ILLUMINAMENTO.....	15
7.2.3.	UNIFORMITÀ DI ILLUMINAMENTO.....	16
7.2.4.	EQUILIBRIO DELLE LUMINANZE.....	16
7.2.5.	PREVENZIONE DELL'ABBAGLIAMENTO	17
7.2.6.	EFFETTO D'OMBRA	17
7.2.7.	MANUTENZIONE	17
7.2.8.	SORGENTI LUMINOSE	18
7.2.9.	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE	18
7.2.10.	RACCOMANDAZIONI DI BUONA TECNICA	18
7.2.11.	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	18
7.3.	IMPIANTO DI RICEZIONE SEGNALE TV/SAT	19

7.4.	IMPIANTO TELEFONICO /TRASMISSIONE DATI.....	20
7.5.	IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI	20
8.	AMBIENTI PARTICOLARI.....	21
8.1.	AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO	21
8.1.1.	NORMA CEI 64-8/7SEZ. 751	21
8.1.2.	IDENTIFICAZIONE DEI LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO	21
8.1.3.	PRESCRIZIONI GENERALI PER TUTTI GLI IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO.....	22
8.1.3.1.	COMPONENTI.....	22
8.1.3.2.	CAVI - COMPORTAMENTO E CLASSIFICAZIONE NEI CONFRONTI DELL'INCENDIO	23
8.1.3.3.	TIPI DI CONDUTTURE	24
8.1.3.4.	CONDUTTURE MOBILI	27
8.1.3.5.	PROTEZIONI DA ADOTTARE CONTRO IL PERICOLO D'INNESCO DELL'INCENDIO	27
8.1.3.6.	PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER LE CONDUTTURE DEL GRUPPO C	28
8.1.3.7.	PROTEZIONI DA ADOTTARE CONTRO LA PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO.....	28
8.1.3.8.	RIDUZIONE DELLE TEMPERATURE DI SERVIZIO	29
8.1.4.	ULTERIORI PRESCRIZIONI PER GLI AMBIENTI IN RELAZIONE AL TIPO DI AMBIENTE	30
8.2.	INSTALLAZIONI ELETTRICHE NEI LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE.....	32
8.3.	ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE	33
8.3.1.	PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI	33
		34
8.4.	RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEGLI ELEMENTI NON PORTANTI IMPIANTI ELETTRICI	34
9.	MATERIALI	36
10.	VERIFICHE E COLLAUDI	37
10.1.	VERIFICHE INIZIALI.....	37
10.2.	VERIFICHE IN CORSO D'OPERA	39
10.3.	COLLAUDI	39
10.4.	DOCUMENTAZIONE	40

1. OGGETTO E PRESTAZIONI RICHIESTE

La presente relazione tecnica di progetto, ha per oggetto tutte le parti esposte nei disegni tecnici riguardanti gli impianti elettrici e gli impianti speciali, a servizio della nuova scuola primaria nel nuovo campus scolastico comunale.

Sono oggetto di progettazione:

- quadri elettrici;
- condutture di distribuzione;
- impianto di messa a terra (impianto disperdente, circuito di protezione e collegamenti equipotenziali);
- impianto di illuminazione ordinaria interna;
- impianto di illuminazione di sicurezza;
- impianto di illuminazione ordinaria esterna;
- impianto di distribuzione forza motrice mediante prese a spina ed alimentazione utilizzatori fissi;
- impianto di ricezione segnale TV [digitale terrestre e satellitare];
- impianto telefonico e trasmissione dati;
- impianto rivelazione incendi;
- predisposizione impianto di videosorveglianza (TVCC);
- componenti elettrici a servizio degli impianti di riscaldamento e trattamento aria.

Gli impianti elettrici devono essere progettati ed eseguiti in conformità alle vigenti disposizioni legali e normative.

In particolare bisogna operare al fine di garantire la protezione contro i contatti indiretti installando opportune protezioni coordinate con l'impianto di messa a terra e realizzando i collegamenti equipotenziali.

Bisognerà altresì garantire la protezione contro i contatti diretti, contro le sovracorrenti e contro le sovratensioni, per rendere gli impianti adeguatamente sicuri.

L'impianto elettrico dovrà essere suddiviso su più circuiti in modo da non pregiudicare la continuità di servizio al verificarsi di un guasto o in seguito ad interventi di manutenzione su singole parti circuitali.

Nel dimensionare gli impianti si dovrà tenere in considerazione la possibilità di futuri ampliamenti di entità comunque limitata. Per tale ragione talune parti di impianto, allo stato attuale, risulteranno lievemente sovradimensionate.

Costituiscono parte integrante ed inscindibile del presente progetto gli schemi e gli elaborati riportati in allegato, i quali riproducono gli impianti ai quali applicare le soluzioni di progetto studiate. Sono altresì da ritenersi esclusi dal presente progetto gli impianti a monte del punto di consegna dell'energia elettrica e gli apparecchi utilizzatori collegati all'impianto elettrico di distribuzione mediante prese a spina (apparecchi portatili e trasportabili) e/o fissi (centralini automatismi, quadri EDP, impianti di bordo macchina, ecc.).

E' da ritenersi escluso, inoltre, tutto quanto non rappresentato graficamente e non specificatamente menzionato nella presente relazione.

2. ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO

La presente relazione di progetto contiene le prescrizioni generali alle quali attenersi nella realizzazione degli impianti di cui all'oggetto.

Ai sensi dell'art. 5 del Decreto Legge n. 37 del 22 gennaio 2008, ricorre l'obbligo di redigere la documentazione di progetto per quanto riguarda gli interventi di realizzazione degli impianti elettrici.

La documentazione di progetto è stata redatta secondo i criteri stabiliti dalla Norma CEI 0-2 (I edizione, 01/1995).

2.1. PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

I criteri per la determinazione dell'obbligo di progettazione degli impianti elettrici sono sanciti dal Decreto Legge n. 37 del 22 gennaio 2008 (art. 5).

2.2. VARIANTI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE

Le eventuali variazioni nell'esecuzione dei lavori di natura elettrica dovranno preventivamente essere concordate con il Progettista il quale provvederà a documentarle per iscritto mediante variante al presente progetto.

2.3. DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

Ai sensi dell'articolo 7 del Decreto Legge n. 37 del 22 gennaio 2008, l'Impresa che eseguirà i lavori inerenti alle opere elettriche, dovrà essere regolarmente iscritta nel registro delle Ditte qualificate all'installazione degli impianti elettrici (DPR 07/12/1995, n. 581).

A lavori ultimati la Ditta installatrice è tenuta a rilasciare al Committente il certificato di Dichiarazione di Conformità, contenente gli allegati obbligatori, tra i quali gli elaborati costituenti il presente progetto opportunamente aggiornati, previsti dalla Legge n. 37 del 22 gennaio 2008, nonché eventuali allegati facoltativi.

3. IDENTIFICAZIONE DEL TIPO DI AMBIENTE

3.1. CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI

La classificazione dei locali ai fini della realizzazione degli impianti elettrici è stabilita da molteplici parametri opportunamente valutati in sede di progetto, quali ad esempio:

- 1) densità di affollamento;
- 2) massimo affollamento ipotizzabile;
- 3) tempo massimo per lo sfollamento in caso d'incendio;
- 4) entità del danno per animali e/o cose;
- 5) comportamento al fuoco delle strutture dell'edificio;
- 6) presenza di materiali combustibili;
- 7) tipo di utilizzazione dell'edificio;
- 8) situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio.

In base alla valutazione di tali parametri, la struttura in oggetto può essere classificata, ai fini della realizzazione degli impianti elettrici, come ambiente a maggior rischio in caso d'incendio, in conformità alle Norme CEI 64-8/7, più precisamente sez. 751, art. 751.03.2, allegato "A" (*ambiente a maggior rischio d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio*).

Essendo una scuola con affollamento inferiore a 100 persone, l'attività non rientra nelle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco, come previsto dal DM16/02/82.

3.2. DESTINAZIONE D'USO

Le destinazioni d'uso dei locali all'interno dei fabbricati possono essere individuate nelle allegate planimetrie di progetto.

4. RISPONDE A LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

Gli impianti saranno conformi alle prescrizioni delle norme e guide tecniche¹ di seguito riportate, vigenti alla data di esecuzione dei lavori, incluse eventuali varianti ed integrazioni.

4.1. NORME TECNICHE, LEGGI E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO

- CEI 11-1 (1999)
Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Norme generali.
- CEI 11-17 (1999)
Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 17-5 (2004)
Apparecchiature a bassa tensione. Interruttori automatici.
- CEI 17-6 (2005)
Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 kV.
- CEI 17-113 (2010)
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali
- CEI 17-50 (2006)
Apparecchiature a bassa tensione. Contattori e avviatori.
- CEI 20-20 IV ediz.
(Cavi isolati in PVC per tensioni fino a 450/750 V).
- CEI 20-22
(Cavi non propaganti l'incendio).
- CEI 23-3 fasc. 1150
(Interruttori automatici).
- CEI 23-5 fasc. 306
(Prese a spina).
- CEI 23-8 fasc. 335
(Tubi rigidi in PVC).
- CEI 23-9
(Apparecchi di comando per usi domestici e similari).
- CEI 23-12/1 fasc. 1936E
(Prese a spina per usi industriali).
- CEI 23-14
(Tubi flessibili in PVC).
- CEI 23-29 fasc. 2376E
(Tubi per installazioni elettriche).
- CEI 23-44
(Interruttori differenziali).
- CEI 23-50 fasc. 2730
(Prese a spina per usi domestici o similari).
- CEI 23-51 - Norma sperimentale
(Prescrizioni per la realizzazione, la verifica e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare).
- CEI 33-7
(Condensatori statici di rifasamento per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale superiore a 1000 V)
- CEI 34-21
(Apparecchi di illuminazione – prescrizioni generali).
- CEI 37-3
(Scaricatore - Parte 5: Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione).
- CEI 61-69 (EN 60335-2-41)
“Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare – Parte 2: Norme particolari per pompe
- CEI 0-2 (Guida)
(Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici).
- CEI 64-8 - VI ed. gennaio 2007
(Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua).

¹ Tutte le Norme si intendono comprensive di appendici, varianti ed aggiornamenti.

- CEI 64-12
(Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario).
- CEI 64-14
(Guida per la verifica degli impianti elettrici).
- CEI 64-50 (Guida)
(Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici).
- CEI 70-1
Gradi di protezione degli involucri (Codice IP) (Seconda edizione).
- CEI 81-1
(Protezione di strutture contro i fulmini).
- CEI 81-8
(Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione).
- CEI 103-1/12
(Protezione degli impianti telefonici interni).
- CEI 103-1/13
(Impianti telefonici interni – Criteri d'installazione e veti).
- UNI EN 1838
(Illuminazione di emergenza).
- UNI 12464
(Illuminazione di interni con luce artificiale).
- Legge n° 186 del 1 marzo 1968
(Disposizioni concernenti materiali e impianti elettrici ai fini del conseguimento della regola dell'arte);
- Legge n° 791 del 18 ottobre 1977
(Attuazione della direttiva 73/23/CEE inerente le garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico impiegato entro certi limiti di tensione);
- DPR n° 503 del 24 luglio 1996
(Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici).
- D.P.R. n° 151 del 1 agosto 2011
(Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.)
- DM 16 febbraio 1982
(Elenco delle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco).
- DM 14 giugno 1989
(Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità e la visitabilità degli edifici privati).
- Decreto n° 37 del 22 gennaio 2008
(Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici);
- D. Lgs. n° 81 del 9 aprile 2008
(Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro).
- Regolamenti e/o prescrizioni emanati dalle Autorità locali;
- Regolamenti e/o prescrizioni emanati dai Vigili del Fuoco;
- Regolamenti e/o prescrizioni emanati dall'Azienda distributrice dell'energia elettrica territorialmente competente;
- Regolamenti e/o prescrizioni emanati dall'Azienda per i servizi telefonici;
- Regolamenti e/o prescrizioni emanati dall'ISPESL.

Si precisa che sarà cura della Ditta installatrice assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazioni presso le sedi locali ed i competenti uffici dell'A.S.L., dei V.V.F. e dell'Ente Distributore competenti per territorio e di prendere con loro ogni necessario accordo.

5. CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

5.1. CLASSIFICAZIONE DELL'IMPIANTO

Gli impianti, realizzati secondo il sistema TT, sono costituiti sia da utenze monofase che trifase, a tensione nominale 400/230Vac, frequenza 50Hz.

Sono presenti impianti di categoria I (400/230Vac) e di categoria 0 (24/12Vac).

La fornitura dell'energia elettrica sarà derivata dalla rete di distribuzione in bassa tensione.

<i>Tensione nominale (tipo di fornitura)</i>	U_n=400V (BT)
<i>Sistema di distribuzione (BT)</i>	TT
<i>Frequenza</i>	50 Hz
<i>Corrente di corto-circuito presunta</i>	10kA
<i>Potenza impegnata massima [dimensionamento impianto elettrico]</i>	150 kW
<i>Fattore di potenza presunto</i>	CosØ ≥ 0,9
<i>Caduta di tensione massima ammessa</i>	< 4%

tabella 5.1-A- Caratteristiche dell'alimentazione

5.2. LIMITI DELL'IMPIANTO

L'impianto elettrico in oggetto ha i seguenti limiti:

A MONTE: il punto di consegna dell'energia elettrica;

A VALLE: gli utilizzatori allacciati all'impianto in modo fisso e/o tramite prese a spina o i loro quadri di comando.

5.3. ELENCO DEI CARICHI ELETTRICI

I carichi elettrici principali sono costituiti da:

- **apparecchi utilizzatori** asserviti ad impianti tecnici [riscaldamento, raffrescamento, trattamento aria, ecc.] quali pompe e motori;
- **elettrodomestici** quali frigoriferi, congelatori, forni, ecc. alimentati direttamente o mediante connessione presa-spina;
- **apparecchi illuminanti** con tecnologia LED.

5.4. CADUTA DI TENSIONE SULLE LINEE

Conformemente a quanto previsto dalla Norma CEI 64-8, la caduta di tensione massima ammissibile è fissata al 4% della tensione nominale dell'impianto. Nel rispetto di tale prescrizione, tutte le linee elettriche, facenti parte delle installazioni in oggetto, verranno dimensionate appropriatamente, al fine di contenere la caduta di tensione entro il suddetto limite.

5.5. PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Al fine di garantire in ogni parte dell'impianto elettrico la protezione contro i contatti indiretti, si dovranno adottare le misure di protezione previste dalle vigenti Norme CEI 11-8 e CEI 64-8.

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo dovranno essere collegate al medesimo impianto di terra, il cui valore di resistenza dovrà essere opportunamente coordinato con la corrente di intervento del dispositivo medesimo come di seguito specificato.

$$R_a \times I_a \leq 50V$$

dove:

- R_a è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, espressa in Ohm (Ω);
- I_a è la corrente che provoca il funzionamento in automatico del dispositivo di protezione, espressa in ampère. Se il dispositivo di protezione è un interruttore differenziale, I_a è la corrente $I_{\Delta n}$.

5.6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Su tutte le parti dell'impianto elettrico bisognerà garantire la protezione contro i contatti diretti.

Le parti attive dovranno essere totalmente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento deve essere in grado di resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere soggetto durante l'esercizio.

Le parti attive dovranno essere contenute in involucri o barriere tali da assicurare un grado di protezione minimo pari a IPXXB, salvo le eccezioni previste dalle norme (es.: portalampada). Le superfici orizzontali degli involucri o barriere, qualora risultino a portata di mano, devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD. Gli involucri o barriere dovranno essere saldamente fissati.

Gli involucri dovranno avere caratteristiche tali da garantire nel tempo il mantenimento del grado di protezione e la separazione elettrica dalle parti attive nelle condizioni di esercizio prevedibili.

La rimozione delle barriere o di parte degli involucri o l'apertura di questi ultimi deve essere possibile solo:

- * utilizzando una chiave o un attrezzo;
- * interrompendo l'alimentazione alle parti attive contro le quali gli involucri o le barriere offrono protezione e consentendone il ripristino solo dopo la sostituzione o la richiusura degli involucri o delle barriere stesse;
- * prevedendo una barriera intermedia di protezione dal contatto con le parti attive, con grado di protezione non inferiore a IPXXB, rimovibile solo con chiave o attrezzo.

L'interruttore differenziale con corrente $I_{\Delta n}$ non superiore 0,03 A fornisce una protezione complementare contro i contatti diretti.

5.6.1. GRADO DI PROTEZIONE DEGLI INVOLUCRI

Considerato le tipologie di mercato dei componenti per posa a vista e le caratteristiche degli ambienti, ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, ai fini della protezione contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi si prevede l'impiego di involucri con grado di protezione minimo come indicato in tabella 5.6-A.

Descrizione ambiente	Grado di protezione degli involucri
nelle zone interne ove non è previsto l'uso di getti d'acqua	non inferiore ad IP2X
all'esterno o nelle zone dove sono prevedibili spruzzi d'acqua	non inferiore ad IP55

tabella 5.6-A - Grado di protezione degli involucri in relazione all'ambiente di installazione

5.7. PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DELL'ALIMENTAZIONE

Per garantire la protezione dai contatti indiretti verranno impiegati interruttori automatici differenziali aventi le seguenti caratteristiche:

- differenziali di tipo selettivo (S): protezione delle linee di distribuzione facenti capo a quadri elettrici;
- differenziali di tipo generale (A): protezione dei circuiti terminali (apparecchi elettronici).
- differenziali di tipo generale (AC): protezione dei circuiti terminali (utilizzatori e prese di corrente);

Qualora si utilizzino interruttori differenziali in serie la selettività verrà assicurata utilizzando dispositivi a monte di tipo selettivo (tempo di intervento massimo ammesso 1s) con corrente di intervento differenziale almeno tre volte superiore a quella del dispositivo collocato a valle. Tutti gli interruttori differenziali dovranno essere garantiti contro gli scatti intempestivi. Ulteriori caratteristiche sono deducibili dagli schemi elettrici allegati.

5.8. *PROTEZIONE CON COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO RINFORZATO*

In talune parti di impianto, attenendosi a quanto riportato in dettaglio negli elaborati di progetto, si effettuerà la protezione dai contatti indiretti mediante l'adozione di componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (componenti di Classe II), conformi alle rispettive norme. Se l'involucro isolante di detti componenti è munito di coperchi o porte apribili senza l'uso di chiave o attrezzo, tutte le parti conduttrici accessibili quando il coperchio o la porta sono aperti, devono essere collocate dietro una barriera isolante, rimovibile solo volontariamente e con attrezzo, avente grado di protezione non inferiore a IPXXB in grado di impedire il contatto con le parti conduttrici medesime.

5.9. *DIMENSIONAMENTO E POSA DELLE LINEE*

5.9.1. *CARATTERISTICHE DELLE CONDUTTURE*

Le condutture elettriche dovranno essere realizzate impiegando componenti conformi alle Norme CEI e contrassegnati con il Marchio di Qualità (IMQ) o con certificazione equivalente.

I conduttori dovranno avere il rivestimento isolante di colore appropriato in base alla funzione svolta, scelto tra quelli ammessi dalla tabella CEI - UNEL 00722. I conduttori di fase dovranno essere contrassegnati dal colore nero, grigio o marrone, i conduttori di neutro dal colore blu chiaro mentre i conduttori di protezione ed equipotenziali dal colore giallo/verde.

In una condotta è ammesso posare conduttori di sistemi di tensione diversi purché tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata. Se questa condizione non è soddisfatta bisogna separare i conduttori caratterizzati da tensioni nominali diverse: per le scatole si possono utilizzare allo scopo dei diaframmi isolanti purché compatibili con il tipo di scatola impiegato. Nei circuiti a corrente alternata i conduttori installati in involucri ferromagnetici (es.: tubi metallici) devono essere disposti con tutte le fasi e l'eventuale neutro nello stesso involucro per evitare fenomeni di riscaldamento per effetto induttivo.

Nei tubi è vietato eseguire giunzioni di conduttori, le quali verranno realizzate esclusivamente entro le scatole di derivazione ispezionabili, impiegando appositi morsetti in grado di sopportare le stesse sollecitazioni provocate dalle correnti ammissibili nelle condutture in servizio ordinario, dalle correnti di cortocircuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione e dalle vibrazioni previste nelle condizioni ordinarie di servizio. Nei canali o passerelle le giunzioni o derivazioni devono unire cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore delle anime ed avere resistenza meccanica ed isolamento elettrico almeno equivalenti a quelli richiesti per i cavi. Le giunzioni tra parti attive devono essere eseguite garantendo un grado di protezione non inferiore a IPXXB nei canali e comunque adatto al luogo di installazione nelle passerelle.

I cavi senza guaina potranno essere posati: entro tubi protettivi di forma circolare e non circolare, entro canali (inclusi i canali incassati nel pavimento) e su isolatori mentre non potranno essere posati: senza fissaggio, mediante fissaggio diretto su parete, su passerelle e su mensole, mediante fissaggio ad un filo o ad una corda di supporto. I cavi con guaina (compresi i cavi provvisti di armatura ed i cavi con isolamento minerale) potranno essere posati: senza fissaggio (metodo comunemente non usato per i cavi unipolari), mediante fissaggio diretto su parete, entro tubi protettivi di forma circolare e non circolare, entro canali (inclusi i canali incassati nel pavimento), su passerelle e su mensole, su isolatori (metodo comunemente non usato), mediante fissaggio ad un filo o ad una corda di supporto.

Le condutture dovranno essere sufficientemente distanziate da fonti di calore (es.: tubazioni dell'acqua calda, ecc.), protette in modo che acqua, sostanze corrosive od inquinanti, corpi solidi, sollecitazioni meccaniche e vibrazioni non possano arrecare danno. I tubi, le scatole ed i relativi accessori devono essere scelti e posati in modo che i conduttori possano essere estratti. Il diametro interno di ogni tubo dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di conduttori contenuti nel tubo; salvo diverse prescrizioni. Non dovranno essere utilizzati tubi con diametro esterno inferiore a 16 mm. Nei canali o passerelle di sezione non circolare, il rapporto tra la sezione del canale o della passerella e la sezione retta occupata dai cavi non deve essere inferiore a 2. I raggi di curvatura delle condutture devono essere tali che i conduttori non risultino danneggiati. I tubi protettivi di tipo plastico (rigido o flessibile) installati sotto pavimento sono considerati idonei se di tipo pesante o di tipo medio e conformi alle rispettive norme. Le condutture fissate internamente alle pareti devono avere, per quanto possibile, percorrenza orizzontale o verticale; i percorsi obliqui sono ammessi solo per brevi tratti. I tubi annegati nelle strutture prefabbricate dovranno essere pieghevoli, autorinvenenti, di materiale termoplastico non autoestinguente, conformi alla Norma CEI 23-17.

5.10. DIMENSIONAMENTO DELLE PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI

Tutti i conduttori attivi dovranno essere protetti contro le sovracorrenti, ovvero contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi. Allo scopo potranno essere impiegati interruttori automatici e fusibili, precisamente:

a) protezione contro il cortocircuito:

- interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente;
- fusibili di tipo gG e aM;

b) protezione contro i sovraccarichi:

- interruttori automatici con sganciatori a caratteristica inversa;
- fusibili di tipo gG.

5.10.1. PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO

I conduttori non dovranno essere danneggiati per effetti dovuti a surriscaldamento e non dovranno altresì causare danni all'ambiente circostante. I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi dovranno rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$$

dove:

- I_B è la corrente di impiego della linea calcolata in funzione del carico da alimentare;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione (o la corrente di regolazione scelta per i dispositivi di protezione regolabili);
- I_Z è la portata in regime permanente della conduttura;
- I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

5.10.2. PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO

Tutte le correnti causate da un cortocircuito che possa manifestarsi in qualsiasi punto del circuito devono essere interrotte in un tempo inferiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Al fine di prevenire danni ai conduttori ed alle connessioni per effetti termici e meccanici bisognerà installare idonei dispositivi di protezione. Tutti gli interruttori automatici e/o fusibili installati dovranno avere un potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito calcolata nel punto ove sono posati. In alternativa è possibile installare un solo dispositivo di interruzione automatico, rispondente a tali caratteristiche, a condizione che:

- sia posto a monte di tutte le altre apparecchiature di protezione;
- non consenta il passaggio di un'energia superiore a quella sopportabile dalle apparecchiature di protezione e dalle linee elettriche site a valle di esso.

Il potere di interruzione dei vari dispositivi di protezione è riportato negli allegati schemi elettrici. I dispositivi di protezione dovranno essere scelti in modo che consentano di verificare la seguente formula:

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$$

dove:

- $I^2 \cdot t$ è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito, espresso in A^2s ; tale valore è indicato dal costruttore del dispositivo di protezione;
- K è una costante fissata dalle Norme CEI 64-8 (vedi tabella 5.10-A);
- S è la sezione della conduttura, espressa in mm^2 .

Tipo conduttore	Tipo isolante	Temperatura in servizio ordinario [°C]	Temperatura in cortocircuito [°C]	K
Rame	PVC	70	160	115
Rame	Gomma etilpropilenica EPR	90	250	143

tabella 5.10-A - Temperature in servizio ordinario ed in cortocircuito e dei coefficienti K di alcuni tipi di cavi

Nell'ipotesi di una sostituzione per guasto o per manutenzione, i dispositivi di protezione installati dovranno tassativamente avere caratteristiche equivalenti a quelle specificate nella presente relazione ed in tutti gli altri elaborati di progetto.

5.11. DISTRIBUZIONE ELETTRICA

5.11.1. QUADRI ELETTRICI

5.11.1.1. Norma CEI 17-113

I quadri elettrici, sono da considerare componenti dell'impianto. Essi devono rispondere alla Norma CEI 17-113, che riporta le prescrizioni generali e distingue:

Dati di targa del quadro:

- *il nome o il marchio di fabbrica del costruttore;*
- *il tipo o numero di identificazione o altro mezzo di identificazione che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni fondamentali;*
- *la data di costruzione;*
- *la norma di riferimento (EN 61439-X dove la parte "X" deve essere identificata in relazione al la norma di prodotto applicabile al tipo di quadro) .*

Sulla targa deve essere obbligatoriamente stampigliato, in modo permanente, nome o marchio di fabbrica del costruttore che si assume la responsabilità del quadro.

Ulteriori grandezze identificative a norme devono essere fornite nella documentazione tecnica (DICO) allegata (eventualmente riportate anche in targa):

- *Tensione nominale del quadro (**U_n**);*
- *Tensione nominale di impiego di un circuito (**U_e**);*
- *Tensione nominale di impiego di un circuito (**U_e**);*
- *Tensione nominale di isolamento di un circuito (**U_i**);*
- *Tensione nominale di tenuta a impulso del quadro (**U_{imp}**);*
- *Corrente nominale di un circuito del quadro (**I_{nc}**);*
- *Corrente nominale del quadro (**I_{nA}**);*
- *Fattore nominale di contemporaneità (**RDF** - Ratea Diversity Factor);*
- *Corrente nominale ammissibile di breve durata (**I_{cw}**);*
- *Corrente nominale di cortocircuito condizionata (**I_{cc}**);*
- *Corrente nominale ammissibile di picco (**I_{pk}**);*
- *Frequenza nominale (**f_n**);*
- *Grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi (**grado IP**);*
- *Protezione contro l'impatto meccanico (**codice IK**);*
- *Compatibilità elettromagnetica (**EMC**).*

6. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Nei tubi non si potrà eseguire alcuna giunzione o derivazione di conduttori elettrici; queste potranno essere realizzate entro le scatole di derivazione, da incasso o da posa esterna, ricorrendo ad appositi morsetti che garantiscano, oltre alla continuità elettrica, una resistenza meccanica ed un isolamento elettrico pari almeno a quelli offerti dal conduttore.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del fascio di conduttori contenuti; nei canali portacavi non si potranno posare conduttori in quantità tale da superare la metà dell'area trasversale del canale medesimo.

6.1. ESECUZIONE DI IMPIANTI IN TUBO A VISTA

Le linee elettriche verranno collocate entro tubi rigidi. I tubi saranno disposti, ancorati alle pareti o al soffitto, con percorrenza orizzontale e verticale, evitando, per quanto possibile, tratti obliqui o comunque non lineari; essi avranno un diametro interno tale da non ostacolare l'estrazione e l'eventuale reimmissione di uno o più conduttori, in particolare il diametro interno non dovrà essere inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto. Nelle tubazioni non potranno coesistere circuiti appartenenti a sistemi diversi a meno che tutti i conduttori presentino un livello di isolamento idoneo a quella del sistema a tensione maggiore.; non si farà comunque ricorso a tubi con diametri commerciali inferiori a 20 mm. Giunzioni, curve e raccordi, verranno realizzati impiegando esclusivamente componenti appropriati alla serie scelta, in modo da non pregiudicare in alcun modo il grado di protezione, che non dovrà mai essere inferiore a quello previsto per l'ambiente di installazione.

6.2. ESECUZIONE DI IMPIANTI IN TUBO SOTTO TRACCIA

Le linee elettriche verranno collocate entro tubi flessibili in PVC, corrugati, di tipo pesante. Nei tratti relativi a pavimenti e soffitti, ove non sarà possibile ricorre al fissaggio dei tubi, si utilizzeranno tubi rigidi. I tubi saranno disposti con percorrenza orizzontale e verticale, evitando tassativamente tratti obliqui o comunque non lineari; essi avranno un diametro interno tale da non ostacolare l'estrazione e l'eventuale reimmissione di uno o più conduttori e comunque almeno uguale ad 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto; non si farà comunque ricorso a tubi con diametri commerciali inferiori a 20 mm. Si prevede l'utilizzo delle seguenti colorazioni distintive dei tubi:

- **NERO:** *impianti di energia [illuminazione, forza motrice] e/o e termoregolazione;*
- **AZZURRO:** *impianti di ricezione segnale TV [terrestre e satellite];*
- **MARRONE:** *impianti videocitofonia;*
- **BIANCO** *impianti sistema bus [cavo di segnale];*
- **LILLA - VIOLA:** *impianti di allarme [impianto rivelazione fumi e tecnici];*
- **VERDE:** *impianti di telefonia e/o impianti trasmissione dati;*

6.3. ESECUZIONE DI IMPIANTI IN CAVIDOTTO

Dovranno essere utilizzati tubi in PVC, con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N, oppure protetti con strutture in calcestruzzo e dovranno avere un diametro non inferiore a 63 mm. I tubi in PVC andranno posati dotando le tubazioni di una protezione o di un sistema supplementare capace di garantirne la facile individuazione. Se non adeguatamente protetti con una protezione in grado di resistere ad un attrezzo di scavo manuale la posa dei cavi dovrà avvenire ad almeno 0,5 m di profondità. Durante le operazioni di posa si dovrà fare molta attenzione ai raggi di curvatura dei cavi. Il diametro interno dei tubi dovrà essere maggiore di almeno 1,4 volte il diametro del cavo o del fascio dei cavi in essi contenuti. Particolare cura dovrà essere posta quando si può verificare coesistenza fra tubi contenenti cavi di energia ed altre canalizzazioni, opere o strutture interrato.

In particolare si dovranno rispettare le seguenti distanze di rispetto:

- i tubi contenenti cavi per energia devono essere situati a quota inferiore (almeno 0,3 m) da quelli contenenti cavi per telecomunicazione e/o comando o segnalamento;
- l'incrocio od il parallelismo di tubi contenenti cavi per energia e tubazioni adibite al trasporto ed alla distribuzione di fluidi (acquedotti, gasdotti, oleodotti e simili) dovranno avvenire ad almeno 0,5 m di distanza;
- la distanza fra tubi contenenti cavi per energia e le superfici esterne di serbatoi per liquidi e gas infiammabili deve essere di almeno un metro.

Il riempimento della trincea ed in generale di tutti i tipi di scavo è l'operazione più importante per la posa di tubazioni

interrate. Infatti deve essere eseguita correttamente per poter realizzare una perfetta interazione tra il cavidotto e il terreno e permettere quindi al cavidotto di reagire alle deformazioni del terreno causate sia dal suo assestamento che dai carichi che gravano sullo scavo.

Il modo corretto per poter realizzare questo sistema di interazione tra cavidotto e terreno è quello di effettuare un riempimento per strati successivi della trincea, come illustrato nella figura. Il primo strato consiste nel rinfilanco del cavidotto con sabbia fino a raggiungere la generatrice superiore del tubo. La costipazione viene eseguita solamente sui fianchi del cavidotto. Il secondo strato di circa 15-20 cm, realizzato ancora con lo stesso materiale del 1° strato deve essere costipato solo lateralmente al cavidotto, e non sulla verticale dello stesso. In questo modo si evitano inutili sollecitazioni dinamiche al cavidotto. Negli strati successivi di spessore pari a 30 cm si utilizza il materiale proveniente dallo scavo, depurato dalle pietre di diametro superiore ai 10 cm e dai frammenti vegetali. La compattazione degli strati dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione, avendo cura di eliminare le terre difficilmente comprimibili. Infine va lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale.

IDENTIFICAZIONE DEGLI SCAVI:

- **TRINCEA STRETTA** (consigliata): È la migliore sistemazione nella quale collocare i tubi. Larghezza trincea pari ad almeno a tre volte il diametro esterno del tubo.
- **TRINCEA LARGA**: Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta. Larghezza trincea da tre a dieci volte il diametro esterno del tubo.

PROFONDITÀ DELLO SCAVO: La profondità deve essere maggiore di entrambi i seguenti valori:

- **TRAFFICO STRADALE**: $H \geq 1,0$ m;
- **ALTRI CASI**: $H \geq 0,8$ m.

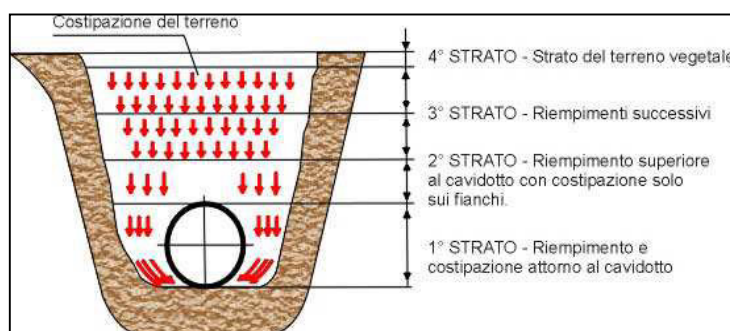


Figura 6.3-A – Riempimento dello scavo per posa tubazioni interrate

6.4. QUOTE D'INSTALLAZIONE

I componenti elettrici dovranno essere installati rispettando le quote riportate seguente tabella:

Descrizione componente	Altezza di posa [m] riferita base scatola/quadro
Punti di comando illuminazione	1,00
Punti di comando serramenti elettrici (pulsanti)	1,50
Punti alimentazione tapparella e/o tende elettriche (motore)	Come da indicazioni serramentista
Suonerie - ronzatori	1,50
Prese di corrente	0,30
Prese TV e prese di segnale	0,30
Termostati ambiente e/o sonda di rilievo	1,50
Quadri elettrici, centralini	1,50
Corpo illuminante (posa a parete)	1,90
Punto di comando allarme incendio	1,50
Avvisatore ottico-acustico allarme incendio	2,35
Rivelatore GAS metano	2,35 (distanza da soffitto <50cm)

tabella 6.4-A - Altezza di posa dei componenti elettrici

7. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

7.1. RIFASAMENTO DEGLI IMPIANTI

Ad installazione ultimata si provvederà ad eseguire le misure preposte a determinare la necessità di installare un impianto di rifasamento.

Vista la delibera pubblicata dall'AEEG n. 180/2013/R/EEL, qualora la potenza reattiva assorbita dagli impianti risulti elevata (fattore di potenza (cosfi) $< 0,95$) vi sarebbe un onere economico sui costi di acquisto dell'energia elettrica. Pertanto sarà opportuno provvedere a rifasare l'intero impianto (o parte dello stesso), elevando il fattore di potenza a $\cosfi \geq 0,95$.

7.2. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

7.2.1. REQUISITI PER UNA BUONA ILLUMINAZIONE

Un impianto di illuminazione a regola d'arte richiede il conseguimento dei seguenti requisiti:

- livello d'illuminamento adeguato alle necessità di chi frequenta l'ambiente;
- uniformità d'illuminamento senza eccessivi contrasti o con i dovuti contrasti (dove servono);
- equilibrio delle luminanze;
- prevenzione dell'abbagliamento;
- effetto ombra contenuto;
- assenza di zone o coni d'ombra creati da ostacoli o dalle stesse persone;
- resa dei colori commisurata alle necessità (non esclusa quella psicologica del vivere e lavorare in un ambiente gradevole).

7.2.2. LIVELLO DI ILLUMINAMENTO

Nei calcoli illuminotecnici si considerano due differenti livelli di illuminamento:

– l'illuminamento medio, E_m : media dei valori di illuminamento misurati o calcolati in un ambiente o sull'oggetto della visione.

– l'illuminamento medio mantenuto, E_n : valore dell'illuminamento medio E_m che dev'essere sempre garantito, grazie ad interventi manutentivi sugli apparecchi illuminanti e di sostituzione delle lampade guaste o con efficienza eccessivamente ridotta.

Nella tabella seguente sono riportati i livelli di illuminamento medio mantenuto, E_n , consigliati per diversi tipi di ambiente. I livelli più elevati possono essere raggiunti anche integrando l'illuminazione diffusa con fonti locali concentrate sugli oggetti da osservare o lavorare. L'illuminazione localizzata deve essere, comunque, coordinata con quella generale e non può sostituirsi ad essa. L'illuminamento medio orizzontale va misurato ad un'altezza di 0,85 m dal pavimento; quello delle vie di passaggio a 0,2 m dal pavimento; quello del posto di lavoro all'altezza del compito visivo specifico.

Tipo di ambiente o attività	Illuminamento medio mantenuto En (lux)	Indice di resa cromatica Ra
Locali di pubblico interesse in genere		
– Ingressi	100	80÷90
Uffici		
– Uffici , copiatrice, aree di circolazione	300	80÷90
– Archivi	200	80÷90
Magazzini		
– Zone di passaggio	60	40÷60
– Zone con presenza di personale	200	60÷80
Mensa		
– Sala Mensa	200	80÷90
– Cucina	350	80÷90
Scuole materne		
– Aula gioco	300	80÷90
– Laboratori generici	300	80÷90
– Aule per lavoro manuale	300	80÷90
Zone di traffico e aree generali negli edifici		
– Scale, aree di circolazione e corridoi	100	40÷60

Livelli di illuminamento medio mantenuto, En, raccomandati per diversi tipi di ambiente

7.2.3. UNIFORMITÀ DI ILLUMINAMENTO

Per assicurare un buon livello di comfort visivo il rapporto E_{min}/E_{max} tra l'illuminamento minimo delle zone circostanti e l'illuminamento massimo della zona di lavoro (detto “fattore di uniformità”) non deve essere minore di:

- 0,8 sulla superficie di ogni compito visivo;
- 0,5 sulla superficie del locale che racchiude aree con identico compito visivo.

Inoltre sulle superfici dei locali di lavoro, che non sono sede del compito visivo, il valore medio dell'illuminamento non dev'essere minore di 1/3 del valore medio dell'illuminamento della zona, sede del compito visivo, che richiede l'illuminamento più elevato.

Al fine di evitare situazioni di disagio dovute a eccessive differenze di illuminamento nel caso di due locali adiacenti e comunicanti, il rapporto fra l'illuminamento medio del locale e quello del locale adiacente meno illuminato non dovrebbe essere in generale maggiore di 5.

Il fattore di uniformità dipende dall'entità del flusso luminoso riflesso dalle superfici del locale e dalla distribuzione degli apparecchi di illuminazione. Per ottenere un'accettabile uniformità di illuminazione occorre limitare l'interdistanza tra gli apparecchi d'illuminazione. L'interdistanza massima per un dato apparecchio, compatibile con l'uniformità sopra indicata, è desumibile dal rapporto tra l'interdistanza stessa e l'altezza di montaggio degli apparecchi rispetto al piano di lavoro; tale rapporto è fornito dai costruttori di apparecchi di illuminazione.

L'uniformità d'illuminamento può essere determinata empiricamente misurando l'illuminamento mentre ci si sposta dalla verticale sotto le singole lampade (illuminamento massimo) alle zone intermedie fra due o più fonti di luce (illuminamento minimo).

7.2.4. EQUILIBRIO DELLE LUMINANZE

Una distribuzione equilibrata delle luminanze nel campo visivo ha una notevole importanza ai fini dell'efficienza della visione e per prevenire l'abbagliamento e l'affaticamento visivo. In generale, quando i valori di luminanza in gioco sono piuttosto bassi è preferibile che il contrasto tra la luminanza dell'oggetto da vedere e quella della zona immediatamente ad essa circostante non sia molto accentuato. Con livelli elevati di luminanza è invece preferibile che il contrasto in parola sia piuttosto accentuato.

7.2.5. PREVENZIONE DELL'ABBAGLIAMENTO

L'abbagliamento è un disturbo visivo che si può verificare quando:

- nel campo visivo si vengono a trovare sorgenti luminose od oggetti illuminanti la cui luminanza ha un valore troppo elevato;
- il contrasto tra la luminanza di una sorgente luminosa o di un oggetto illuminato e la luminanza dell'ambiente circostante è troppo accentuato.

L'abbagliamento può essere provocato da luce riflessa o direttamente dai centri luminosi.

- *L'abbagliamento da luce riflessa* è provocato dalla riflessione dei raggi luminosi da parte di oggetti o superfici. Per ridurre gli effetti, è necessario:
 - adottare apparecchi d'illuminazione caratterizzati da ottica ben controllata;
 - disporre e schermare opportunamente i centri luminosi.
- *L'abbagliamento provocato direttamente dai centri luminosi* si può verificare quando nel campo visivo entrano direttamente uno o più centri luce aventi caratteristiche ottico-fotometriche non adatte oppure non ben ubicati. Condizione essenziale per mantenere entro limiti accettabili l'abbagliamento diretto provocato dagli apparecchi d'illuminazione è l'adeguato controllo della loro luminanza nelle varie direzioni di emissione. Per valutare l'entità dell'abbagliamento è opportuno utilizzare i "diagrammi di luminanza limite" forniti dai costruttori.

7.2.6. EFFETTO D'OMBRA

Ai fini del conseguimento di una distribuzione bene equilibrata delle ombre si deve assicurare un'opportuna direzionalità del flusso luminoso tenendo presente che:

- nel caso di illuminazione solo diffusa, cioè proveniente da tutte le direzioni, si verifica l'assenza totale di ombre;
- nel caso di luce proveniente da una sola direzione, le ombre sono molto marcate;
- un buon equilibrio tra la componente di luce diffusa e la componente di luce proveniente da una determinata direzione preferenziale assicura la migliore percezione della forma e del rilievo. Ciò si ottiene mediante: adozione di apparecchi d'illuminazione caratterizzati da un'adatta emissione di flusso; razionale ubicazione degli stessi apparecchi di illuminazione.

7.2.7. MANUTENZIONE

Nel tempo l'illuminamento si riduce sia per il decadimento naturale del flusso luminoso, emesso dalle lampade, sia a causa dell'insudiciamento delle lampade o degli schermi degli apparecchi.

Per tener conto di questo aspetto nella progettazione dell'impianto di illuminazione il valore di illuminamento viene maggiorato in base ad un coefficiente denominato *fattore di manutenzione (M)*, che rappresenta il rapporto tra l'illuminamento medio mantenuto richiesto e quello medio fornito dalle lampade:

$$M = \frac{E_n}{E_m}$$

Evidentemente il fattore di manutenzione è fortemente influenzato dal tipo sistema di manutenzione adottato (programmato o non programmato).

Per gli impianti a luce diretta o prevalentemente diretta, la tabella seguente riporta alcuni valori indicativi di *M*, desunti dall'esperienza pratica.

Per impianti a luce indiretta, i valori della tabella vanno moltiplicati per 0,8, a meno che non si provveda a ridurre gli intervalli di manutenzione in modo correlato al grado di impolveramento del locale.

Grado di impolveramento del locale	Fattore di manutenzione <i>M</i>		
	Lampada a incandescenza senza o con alogeni	Lampada al mercurio e al sodio	Lampade ad alogenuri
Minimo	0,85	0,75	0,65
Medio	0,70	0,65	0,55
Elevato	0,60	0,50	0,45

Fattore di manutenzione M, per impianti a luce diretta o prevalentemente diretta

7.2.8. SORGENTI LUMINOSE

Le sorgenti luminose possono essere classificate in due grandi categorie:

- a irradiazione dovuta ad effetto termico (lampade ad incandescenza, alogene);
- a scarica nei gas o vapori (lampade fluorescenti, a vapori di mercurio, di sodio, ecc.);

I diversi tipi di lampade disponibili sul mercato hanno prestazioni differenziate anche notevoli. Di esse è necessario tener conto in fase di scelta, avendo ben chiari gli elementi ambientali, funzionali e gestionali che caratterizzeranno l'impianto nel corso della sua esistenza.

Per la scelta del tipo di lampada più adatto allo specifico impiego è necessario riferirsi alle principali caratteristiche delle lampade stesse:

- *Flusso luminoso*: determina il numero delle lampade per ottenere l'illuminamento medio desiderato. La temperatura ambiente influenza l'emissione luminosa delle lampade fluorescenti che risulta tanto minore quanto più bassa è la temperatura.
- *Potenza nominale*: condiziona il dimensionamento dei circuiti di alimentazione delle lampade. Nel caso di lampade che necessitano di alimentatore, si deve tener conto anche della potenza dissipata da quest'ultimo.
- *Efficienza luminosa*: è il parametro (espresso in lumen/watt) che consente una valutazione economica nella scelta delle lampade in quanto permette di confrontare, a parità di potenza assorbita, il flusso luminoso emesso. Per le lampade a scarica l'efficienza deve essere valutata considerando anche le perdite di potenza del reattore.
- *Indice di resa cromatica (Ra)*: condiziona la fedele riproduzione dei colori degli oggetti illuminati. Le norme identificano 5 differenti gruppi di resa del colore (*Ra*): quanto più elevato è l'indice, tanto migliore è la resa cromatica. Sotto questo aspetto le lampade ad incandescenza e quelle alogene sono le migliori, mentre le lampade a scarica del tipo a vapori di sodio a bassa pressione sono le peggiori. I tubi fluorescenti presentano un indice *Ra* compreso, secondo i tipi, tra 65 e 95. Oltre il valore 90 la resa cromatica è molto vicina a quella della luce solare.
- *Temperatura di colore*: influisce sulla tonalità della luce; pertanto condiziona la scelta della lampada in relazione all'ambiente e all'attività in esso svolta.
- *Decadimento flusso luminoso*: indica la riduzione del flusso emesso dalla lampada in funzione del tempo di funzionamento della stessa.
- *Durata media di vita della lampada*: determina, unitamente al decadimento del flusso, l'economia di gestione dell'impianto e gli intervalli di tempo fra gli interventi di manutenzione.

7.2.9. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi di illuminazione svolgono alcune funzioni essenziali: controllano il flusso luminoso della lampada dirigendolo nelle direzioni desiderate; evitano l'abbagliamento schermato la lampada o riducendone la luminanza; proteggono la lampada e i circuiti nei confronti sia degli agenti ambientali (acqua, vapori, polveri, ecc.), sia dai danneggiamenti di carattere meccanico, garantendo la sicurezza elettrica funzionale e quella contro i contatti accidentali diretti delle persone con parti attive accessibili e contro gli incendi che potrebbero verificarsi nell'ambiente in seguito a scintille e archi elettrici dovuti a guasti nel circuito di alimentazione della lampada. Ciascun tipo di apparecchio di illuminazione è caratterizzato da una particolare distribuzione del flusso luminoso in quanto controlla il flusso emesso dalla sorgente indirizzandolo, accentuandolo, smorzandolo o addirittura schermandolo solo nelle direzioni volute.

È possibile tracciare, per ogni piano passante per la sorgente luminosa e l'apparecchio, una curva fotometrica che rappresenta i valori dell'intensità luminosa misurati lungo le varie direzioni (diagramma polare).

Le curve fotometriche consentono di definire le caratteristiche illuminotecniche degli apparecchi e sono, quindi, fondamentali nei calcoli degli impianti di illuminazione.

7.2.10. RACCOMANDAZIONI DI BUONA TECNICA

Le lampade per l'illuminazione generale, di regola a fluorescenza, possono essere scelte in base al tipo di accensione (rapida o normale), all'efficienza luminosa (standard o alta, a risparmio di energia), alla temperatura di colore (K), al valore di resa cromatica (*Ra*), ed in base alla potenza unitaria.

Devono essere installate lampade a fluorescenza con resa cromatica adeguata al tipo di attività del locale interessato.

7.2.11. ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Sono presenti apparecchi di tipo autonomo per l'illuminazione di sicurezza, rispondenti alle caratteristiche richieste dalle normative di prodotto. L'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà entrare in funzione automaticamente in un

tempo breve, comunque non superiore a 0,5 secondi, sostituendosi al servizio di illuminazione principale qualora a quest'ultimo venga a mancare l'alimentazione elettrica. Durante il funzionamento in emergenza l'illuminamento minimo dovrà risultare idoneo allo sfollamento del locale.

Verrà assicurato l'illuminamento minimo all'interno dei locali (2 lux) e nei pressi dell'uscita (5 lux), installando apparecchi illuminanti con gruppo autonomo aventi autonomia non inferiore a 60 minuti, la cui alimentazione verrà derivata a valle dello stesso interruttore di protezione dell'illuminazione generale dell'aula, in modo da assicurare l'entrata in funzione dell'illuminazione di sicurezza anche in caso di guasto sul singolo circuito luci aula (apertura interruttore luci aula), come da schemi elettrici allegati. Sono stati installati apparecchi rispondenti alle prescrizioni delle normative vigenti, in modo da garantire ovunque il livello di illuminamento richiesto dalle normative stesse, provvedendo ad alimentare gli apparecchi stessi come già descritto per le aule.

La disposizione degli apparecchi per l'illuminazione di sicurezza è deducibile nelle planimetrie allegate.

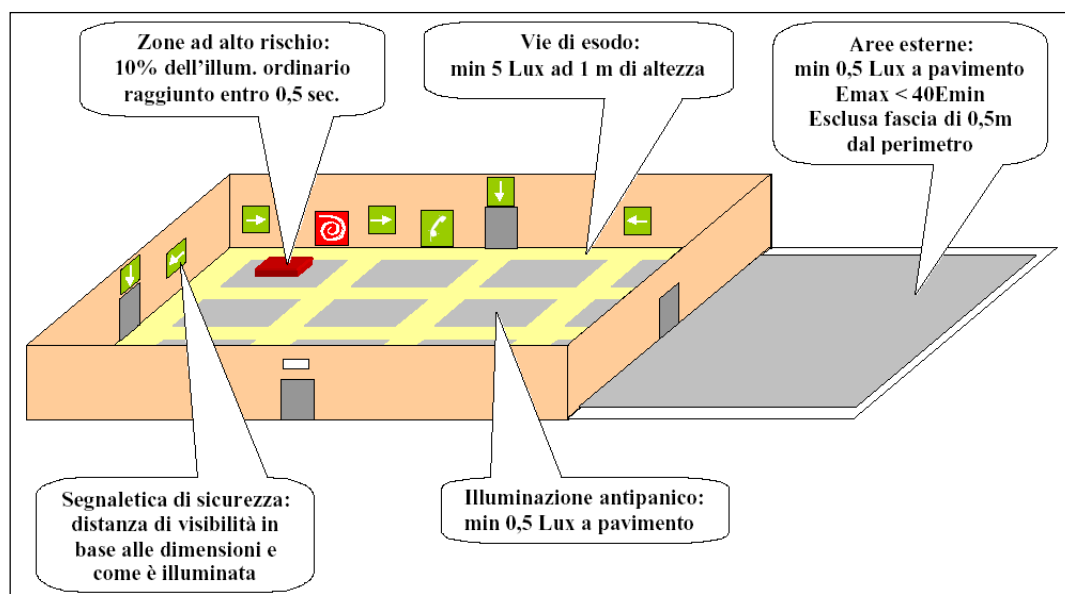


Figura 7.2-A – Illuminazione d'emergenza (Norma europea EN1838)

7.3. IMPIANTO DI RICEZIONE SEGNALE TV/SAT

L'impianto TV-SAT sarà realizzato osservando i requisiti tecnici e di sicurezza, per l'incolumità degli utenti e di terzi.

L'impianto sarà costituito da antenne poste sulla copertura, le centraline di amplificazione collocate in apposito vano nel sottotetto, dovrà essere garantita la ricezione e distribuzione dei programmi terrestri e di programmi digitali provenienti da satelliti.

Bisognerà altresì garantire le seguenti caratteristiche:

- distribuzione dei segnali per l'intera banda $40 \div 860$ e $950 \div 2150$ MHz
- distribuzione dei programmi terrestri e da satellite
- segnali utili alle prese di utente $66 \text{ dB}\mu\text{V}$ su tutta la banda
- massima differenza tra due segnali non adiacenti su tutta la banda minore di 12 dB
- rapporto segnale/rumore alla presa d'utente maggiore di 46 dB
- livello di intermodulazione del 3° ordine maggiore di 54 dB
- livello di intermodulazione del 2° ordine maggiore di 54 dB
- disaccoppiamento tra due prese d'utente maggiore di 20 dB
- disaccoppiamento tra due derivatori di linea maggiore di 40 dB

Gli impianti d'antenna comprendono 3 parti principali:

- le antenne, i sostegni, gli ancoraggi, le discese delle singole antenne.
- il terminale di testa o centralino, che comprende gli elementi che riguardano l'amplificazione, la regolazione e la miscelazione dei segnali.
- la rete di distribuzione dei segnali costituita dagli elementi di ripartizione dei segnali e dai cavi che alimentano le prese.

Le antenne devono essere fissate mediante appositi supporti e staffe sicuramente ancorati alla copertura; inoltre, quando il sostegno verticale è particolarmente lungo, dev'essere controventato con un adeguato margine di sicurezza per tener conto del vento e dell'aumento di sollecitazioni per ghiaccio e neve.

Le apparecchiature del centralino devono essere installate in un locale chiuso, oppure in apposito contenitore con portello con chiusura a chiave avente dimensioni idonee a consentire successive aggiunte di apparecchiature.

Il centralino di amplificazione ed equalizzazione deve essere dimensionato in modo tale da amplificare e distribuire tutti i segnali dei canali prescelti in modo che alle prese di utente siano disponibili segnali con livello come sopra indicato.

La linea di alimentazione del centralino dev'essere derivata dal quadro servizi generali (o dal quadro di scala), adeguatamente protetta ed essere posta in tubi e cassette separati da quelli utilizzati per i cavi di segnale.

La distribuzione dei segnali deve essere realizzata con cavo coassiale schermato a basso coefficiente di invecchiamento e attenuazione, i derivatori e le prese d'antenna devono essere preferibilmente di tipo induttivo e direzionale con la minima attenuazione di segnale possibile.

7.4. IMPIANTO TELEFONICO / TRASMISSIONE DATI

Per quanto concerne l'impianto telefonico e trasmissione dati si realizzerà un sistema di cablaggio strutturato, tramite un armadio (rack), il quale servirà tutti gli ambienti. Dal rack saranno derivati i connettori RJ45 (cat. 6e) posti nelle torrette delle diverse zone, i quali potranno assumere funzione di presa telefonica o trasmissione dati, per mezzo di appositi cavi (patch-cord) collegati in modo opportuno all'interno del rack stesso.

La rete così prevista, permetterà a tutte le postazioni di essere collegate ad un unico punto centrale detto HUB. Questo provvede alla connessione fisica dei segnali provenienti dalle singole postazioni inviandoli verso l'eventuale server. Inoltre provvede anche alla rigenerazione dei segnali ed a filtrare le componenti di rumore presenti sulla linea dati. Il cavo adoperato per tali sistemi, in funzione della schermatura, potrà essere del tipo STP (o UTP categoria 5 senza schermatura) contenente 4 coppie intrecciate connesse alla relativa spina mediante appositi attrezzi (pinze di grippaggio). Il connettore con il quale viene effettuato il collegamento è denominato RJ45 o PLUG.

Tutti i componenti dell'impianto in oggetto devono essere installati in modo che la loro ispezione o manutenzione non sia ridotta a causa di ostacoli.

L'impianto sarà così composto da:

- allacciamento a punto di consegna Azienda telefonica (nel rispetto delle prescrizioni fornite da quest'ultima);
- armadio rack (inclusi eventuali patch-cord);
- posa dei conduttori (standard previsto categoria 6) dal citato armadio fino alle prese terminali;
- cablaggio dei connettori terminali telefonici/dati tipo RJ45 categoria 6.

7.5. IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI

Si provvederà alla realizzazione di un impianto rivelazione incendi.

L'impianto sarà composto da:

- pulsanti di allarme per interno;
- segnalatori di allarme incendio ottico-acustici per interno;
- cassetteria ed accessori.

Tutti i componenti costituenti l'impianto antincendio dovranno essere del tipo approvato e certificato dal Ministero dell'Interno, dovrà inoltre essere prodotta tutta la documentazione richiesta dal Comando VV.F. per l'ottenimento del C.P.I..

Si faccia inoltre riferimento a quanto riportato nella pratica di prevenzione incendi redatta da altro professionista.

L'impianto di rivelazione dovrà consentire la chiusura automatica di eventuali porte tagliafuoco, normalmente aperte, appartenenti al compartimento antincendio da cui è pervenuta la segnalazione, tramite l'attivazione degli appositi dispositivi di chiusura e la disattivazione elettrica dell'eventuale impianto di ventilazione o trattamento aria esistente.

La disposizione degli apparecchi appartenenti all'impianto rivelazione incendi è deducibile nelle planimetrie allegate.

8.1. AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO

8.1.1. NORMA CEI 64-8/7SEZ. 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. Il rischio può, infatti, essere identico se con probabilità elevate che si sviluppi un incendio i danni sono modesti oppure se con probabilità minime di sviluppo d'incendio i danni possono essere rilevanti. (ad esempio : un locale di pubblico spettacolo il rischio d'incendio è limitato ma la notevole presenza di persone rende elevata l'entità del danno in perdita di vite umane; un deposito di combustibili senza presenza di persone ma con un elevato carico d'incendio è ugualmente da considerare un luogo a maggior rischio in caso d'incendio). Per questo motivo si parla di **luoghi a maggior rischio in caso d'incendio** (e non di luoghi a maggior rischio d'incendio) come di un luogo in cui il rischio d'incendio è rilevante indipendentemente dalla più o meno elevata probabilità che un incendio possa svilupparsi. 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...).

8.1.2. IDENTIFICAZIONE DEI LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO

Sostanzialmente quasi tutti gli ambienti del terziario e anche una piccola parte di quelli industriali sono da considerare luoghi a maggior rischio in caso d'incendio. Gli impianti devono possedere particolari requisiti, alcuni comuni a tutti i luoghi a maggior rischio in caso d'incendio, altri specifici per le tre tipologie indicate dalle norme. Le norme descrivono tre tipologie di luoghi rispettivamente agli articoli 751.03.02, 751.03.03, 751.03.04 che per comodità, riferendoci al numero degli articoli, chiameremo di tipo 02, 03, 04 (ex A, B, C). La nuova norma in appendice indica le 97 attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco. Salvo diverse considerazioni tali attività sono normalmente da ritenersi luoghi a maggior rischio in caso d'incendio. Gli altri luoghi dovranno essere valutati caso per caso.

Luoghi di tipo 02 - Luoghi con elevata densità di affollamento o con elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio o per l'elevato danno ad animali e cose. La probabilità che si sviluppi un incendio è bassa ma elevato potrebbe essere l'entità del danno.

Luoghi di tipo 03 - Ambienti con strutture portanti combustibili, come ad esempio edifici con strutture portanti in legno dove la probabilità che si sviluppi un incendio è alta.

Luoghi di tipo 04 - Luoghi con presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito, quando la classe del compartimento antincendio è uguale o superiore a 30. Il numero indicativo della classe, secondo l'art. 3 della circolare n. 91 del 14/09/61 del Ministero degli Interni, esprime sia il carico d'incendio virtuale in kg/m² di legna standard sia, in minuti primi, la durata minima di resistenza al fuoco da richiedere alla struttura o all'elemento costruttivo in esame. Per semplicità, a favore della sicurezza, si può considerare di classe 30 un comparto che contiene più di 15 kg/m² di materiale combustibile standard.

Se un luogo appartiene a più di una delle tipologie su menzionate l'impianto elettrico deve avere le caratteristiche richieste per ciascun tipo. Ad esempio gli impianti in un luogo a maggior rischio in caso d'incendio per elevata densità di affollamento (tipo 02) che contenesse elevate quantità di combustibile con una classe del compartimento uguale o maggiore di trenta (tipo 04) devono possedere i requisiti relativi sia al tipo 02 sia al tipo 04.

8.1.3. PRESCRIZIONI GENERALI PER TUTTI GLI IMPIANTI ELETTRICI NEI LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO

Indipendentemente dalla tipologia di appartenenza (02, 03 o 04) la norma indica una serie di prescrizioni da osservare per i luoghi a maggior rischio in caso d'incendio.

8.1.3.1. Componenti

Negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio si possono installare solo i componenti elettrici strettamente necessari, ad eccezione delle condutture che possono anche transitare nell'ambiente; il combustibile costituente gli impianti deve, infatti, essere limitato allo stretto necessario per rendere minima la possibilità di innesco e propagazione dell'incendio e quello presente deve possedere idonee caratteristiche di reazione al fuoco. Tutti i componenti elettrici non devono assumere temperature superiori a quelle indicate nella seguente tabella sia in funzionamento ordinario dell'impianto, sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione:

<i>Parti accessibili</i>	<i>Materiale delle parti accessibili</i>	<i>Temperatura massima (°C)</i>
Organi di comando da impugnare	metallico	55
	non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario ma che non necessitano di essere impugate	metallico	70
	non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	metallico	80
	non metallico	90

Tabella 2

Inoltre tutti i componenti utilizzati, in funzionamento sia ordinario sia durante un guasto dell'impianto, devono aver superato le prove di comportamento relativamente al pericolo d'innesco e propagazione degli incendi, previste dalle specifiche norme CEI; in mancanza di norme specifiche per i componenti elettrici costruiti con materiali isolanti, i criteri da seguire sono quelli della tabella seguente:

<i>Componenti elettrici</i> <i>(scatole, cassette, quadretti, placche e coperchi nelle diverse condizioni d'installazione)</i>	<i>Resistenza al riscaldamento in funzionamento ordinario e nelle fasi d'installazione</i>		<i>Attitudine a non innescare incendi in caso di riscaldamento eccessivo dovuto a guasti</i>
	<i>Prova in stufa per 60 min. (°C)</i>	<i>Termopressione con biglia (°C)</i>	<i>Prova al filo incandescente (°C)</i>
Componenti da incasso sotto intonaco (pareti in muratura tradizionale e prefabbricate)	60	---	550
Componenti da incasso per pareti vuote (pareti in truciolo, tramezze di legno, ecc.)	70	---	850
Componenti applicati a parete	70	---	550
Passerelle e canali esterni (non incassati)	60	---	650
Torrette sporgenti dal pavimento o scatole affioranti, anche per uso telefonico	60	---	650
Parti dei componenti di cui sopra che tengono in posizione parti sotto tensione (escluse le parti relative al conduttore di protezione)	100	125	850

Tabella 3

Nelle vie d'uscita non si devono installare apparecchi elettrici contenenti liquidi infiammabili (il divieto non riguarda i condensatori ausiliari incorporati negli apparecchi). Devono essere ridotte al minimo le superfici riscaldanti oppure devono essere tenute a debita distanza dagli oggetti illuminati se sono costruiti con materiale combustibile. In particolare le lampade ad alogeni o simili devono essere dotate di schermo di sicurezza onde evitare, in caso di rottura delle lampade, la proiezione di materiale incandescente che potrebbe innescare l'incendio. Devono essere installate, secondo le istruzioni del costruttore. I circuiti in corrente alternata installati entro involucri di materiale ferromagnetico (ad esempio tubi di ferro) devono essere disposti in modo che i conduttori di fase e l'eventuale neutro siano tutti contenuti all'interno dello stesso involucro onde evitare pericolosi riscaldamenti dovuti ad effetti induttivi. I dispositivi di manovra controllo e protezione devono essere installati in luoghi inaccessibili al pubblico oppure essere posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo (ad esclusione dei dispositivi destinati a facilitare l'evacuazione del pubblico). E' vietato l'uso dei conduttori PEN (sistema TN-C con unico conduttore con funzioni sia di protezione PE che di neutro N - tale prescrizione non riguarda le condutture che transitano nel luogo) ad evitare che la corrente dovuta ai normali squilibri dei carichi vada ad interessare le masse e le masse estranee collegate al PEN creando in parallelo a tale conduttore dei circuiti di ritorno, col pericolo che tale corrente possa dar luogo a pericolosi riscaldamenti nei punti di maggior resistenza o addirittura scintillii nei punti che presentano discontinuità.

8.1.3.2. Cavi - Comportamento e classificazione nei confronti dell'incendio

Nei cavi utilizzati in bassa tensione a causa del cedimento dell'isolante, dovuto a cause meccaniche, chimiche e termiche, si possono stabilire deboli correnti di dispersione tra fase-fase o fase-terra. Questo, evolvendosi nel tempo, può aumentare d'intensità innescando un arco, probabile causa d'innescò d'incendio. L'invecchiamento dell'isolante è strettamente legato ai valori di sovraccarico ai quali è sottoposto e quindi alla temperatura che il cavo assume durante la sua vita (ad esempio nei cavi in PVC una corrente pari a 10 volte la portata del cavo provoca la perdita di un millesimo di vita del cavo se permane per un tempo compreso tra tre e cinquanta secondi). Quando si devono dimensionare i conduttori che alimentano motori con correnti di spunto elevate e con un elevato numero di avviamenti sarà quindi necessario prendere in considerazione un eventuale sovradimensionamento dei conduttori. In relazione al loro comportamento nei confronti del fuoco i cavi possono essere distinti in :

- **Cavi senza particolari requisiti nei confronti del fuoco** - (quasi scomparsi dal mercato) ;
- **Cavi non propaganti la fiamma** - (CEI 20-35) Sono cavi per i quali è stata eseguita una prova di accettabilità su un singolo cavo verticale e quindi non offrono alcuna garanzia contro la propagazione dell'incendio se sono installati in fasci o vicini meno di 250 mm poiché lo scambio di calore con l'ambiente esterno avviene in condizioni più difficili di quelle di prova ;
- **Cavi non propaganti l'incendio** - Hanno superato prove più restrittive in fasci verticali in cunicoli a tiraggio naturale e in quantitativi ben definiti (il fascio non deve essere superiore a quello di prova altrimenti la non propagazione dell'incendio non è più assicurata - CEI 20-22). I cavi che portano il contrassegno CEI 20-22 cat. II hanno superato una prova a maggior severità che simula un incendio allo stadio generalizzato mentre i cavi che

riportano la sigla CEI 20-22 cat. III hanno superato una prova che simula un incendio alle fasi iniziali. Un impianto che impiega questo tipo di cavi assicura la non propagazione dell'incendio ma non è affidabile in condizioni d'emergenza;

· **Cavi resistenti all'incendio (al fuoco)** - Sono conformi alle Norme CEI 20-36 e sono stati provati per assicurare il funzionamento per un certo tempo durante e dopo l'incendio. Questi cavi sono adatti per i circuiti d'emergenza, di segnale, comando e di informazioni (impianto antincendio, luci di sicurezza, ventilazione artificiale, controllo esplosività ecc..) sono ad esempio indispensabili per consentire al pubblico di evacuare con sicurezza da un edificio interessato da un incendio;

· **Cavi a bassa emissione di fumo e di gas** - Rispondono alle Norme CEI 20-38 non propagano l'incendio e sono a limitato sviluppo di fumi opachi, di gas tossici e gas corrosivi (non sono obbligatori, è una scelta che effettua il progettista seguendo criteri analoghi a quelli stabiliti per le altre sostanze combustibili dalle autorità competenti per lo specifico caso. Sono richiesti per le metropolitane - DM 11/01/88). Negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, infatti, la principale causa di decessi è proprio la presenza di fumi o gas. In considerazione dei dati piuttosto contrastanti sui materiali che producono gas tossici la norma consiglia generalmente di impiegare cavi conformi alle norme 20-38.

<i>Tipo di cavo</i>	<i>Materiale isolamento guaina</i>		<i>Sigla cavo</i>	<i>Norma di riferimento</i>
Non propagante	PVC	-----	H07V-K ⁽¹⁾	CEI 20-35
la fiamma	Gomma	PVC (antiabrasiva)	HO7 RN-F ⁽¹⁾	
Non propaganti l'incendio	PVC	-----	N07V-K ⁽¹⁾	CEI 20-22
	PVC	PVC	N1VV-K ⁽²⁾	
	EPR	PVC (speciale)	FG5/RG5/UG5 ⁽²⁾	
Resistente al fuoco	Gomma reticolata speciale	Gomma reticolata speciale	⁽²⁾ ⁽³⁾	CEI 20-36
	Ossido di magnesio	Rame	Isolante minerale	CEI 20-39
A bassa emissione di fumi	Gomma G10 reticolata	PVC speciale M1 EPR speciale M2	FG100M1/M2 ⁽²⁾	CEI 20-38
	Ossido di magnesio	Rame	Isolamento minerale	CEI 20-39
⁽¹⁾ Cavo per energia ⁽²⁾ Cavo per energia o per segnalazione o comando ⁽³⁾ Non esistono cavi con sigle armonizzate				

Tabella 4 - Principali tipi di cavi adatti per luoghi a maggior rischio d'incendio

8.1.3.3. Tipi di condutture

In relazione al tipo di conduttura adottata (Conduttura - insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano il loro isolamento, il supporto, il loro fissaggio e la loro eventuale protezione meccanica. Le cassette di derivazione sono parte integrante di una conduttura) e alle caratteristiche presentate da ciascuna di esse la Norma stabilisce opportuni provvedimenti per cui, a seconda della loro pericolosità all'innescio e alla propagazione dell'incendio, le condutture, comprese quelle che transitano, sono state suddivise in tre gruppi :

· **gruppo a** - condutture incassate o interrate; per costruzione non possono innescare né propagare l'incendio. Essendo isolate dall'ambiente esterno non può esserci l'apporto di ossigeno necessario alla propagazione della fiamma. Sono considerate tali ad esempio condutture incassate in strutture non combustibili, cavi ad isolamento minerale con guaina esterna metallica continua, condutture in tubi con grado di protezione almeno IP4X ecc.. (vedi tabella 14 e fig. 5). Per questo tipo di condutture non sono richiesti particolari requisiti di protezione

Gruppo a			
<i>Condutture che non costituiscono causa d'innesco e propagazione dell'incendio</i>			
CONDUTTURA	Posa: interrata o incassata in strutture incombustibili (calcestruzzo, intonaco, ecc.)	Posa: in vista a parete o su mensole	Posa: in vista a parete, su mensole o passerella
	Protezione: tubi protettivi o canali in materiale metallico o isolante	Protezione: tubi protettivi o canali in materiale metallico con grado di protezione non inferiore a IP4X	Protezione:
	Tipo di cavi: unipolari o multipolari (con o senza PE)	Tipo di cavi: unipolari o multipolari (con o senza PE)	Tipo di cavi: con isolamento minerale e guaina esterna metallica continua senza saldature
CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)	Il PE non è richiesto ai fini della protezione contro l'innesco dell'incendio ; lo è in genere per la protezione contro i contatti indiretti. Può essere un conduttore unipolare o un conduttore di cavo unipolare	La funzione di conduttore PE può essere svolta dalla canalina o dal tubo se idonei allo scopo, altrimenti il PE può essere inserito all'interno della canalizzazione come cavo singolo o come conduttore di cavo multipolare	La funzione di PE è svolta dalla guaina metallica
REQUISITI PARTICOLARI RICHIESTI	Nessuno	Nessuno	Il cavo deve essere sprovvisto di guaina isolante esterna

Tabella 5

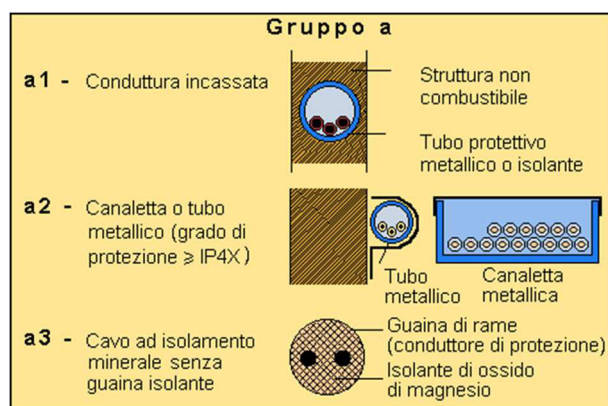


Figura 2 - Esempi di condutture del gruppo a

· **gruppo b** - (poco usato) condutture che possono essere causa di propagazione ma non d'innesco d'incendio. Sono costituite da cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico, oppure da cavi ad isolamento minerale dotati di schermo metallico con funzione di conduttore di protezione metallico connesso a terra tramite il conduttore PE in modo da separare i conduttori attivi dall'ambiente esterno. A questo tipo di cavi, avendo uno schermo metallico tra i conduttori attivi e l'ambiente esterno, è riconosciuta una bassa attitudine ad innescare l'incendio ma, essendo protetti esternamente da una guaina antiabrasioni in materiale combustibile che potrebbe propagare l'incendio sviluppatosi per altre cause, dovranno essere adottate particolari precauzioni. I provvedimenti da prendere sono indicati ai successivi paragrafi.

Gruppo b			
<i>Condutture che possono essere causa di propagazione, ma non d'innesco, dell'incendio</i>			
CONDUTTURA	Posa: in vista, a parete, su mensola, passerelle, ecc.	Posa: in vista a parete su mensole passerelle, ecc.	Posa: in vista a parete su mensole, passerelle, ecc.
	Protezione:	Protezione:	Protezione:
	Tipo di cavi: multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico e guaina esterna isolante	Tipo di cavi: multipolari muniti di schermo metallico sulle singole anime e guaina esterna isolante	Tipo di cavi: ad isolamento minerale con guaina metallica continua senza saldatura (con funzione di PE) e guaina esterna isolante.
CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)	Conduttore concentrico	Schermi metallici sulle anime	Guaina metallica
REQUISITI PARTICOLARI RICHIESTI	Deve essere adottato uno dei seguenti provvedimenti : · utilizzare cavi non propaganti la fiamma se installati individualmente o distanziati tra loro di almeno 25 cm, oppure se installati in tubi o canalette con grado di protezione almeno IP4X ; · utilizzare cavi non propaganti l'incendio se installati in quantità tale da non superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalle prove della Norma CEI 20-22 ; · utilizzare cavi non propaganti l'incendio e adottare barriere tagliafiamma ogni 10 m nei tratti verticali (ad evitare l'effetto camino) se i cavi sono in quantità tale da superare il valore unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22 . Se i cavi sono installati in luoghi di tipo 02 e risultano raggruppati in quantità significativa in rapporto alle altre sostanze combustibili presenti, potrebbe essere necessario l'impiego di cavi a bassa emissione di fumi o gas tossici (Norma CEI 20-38).		

Tabella 6

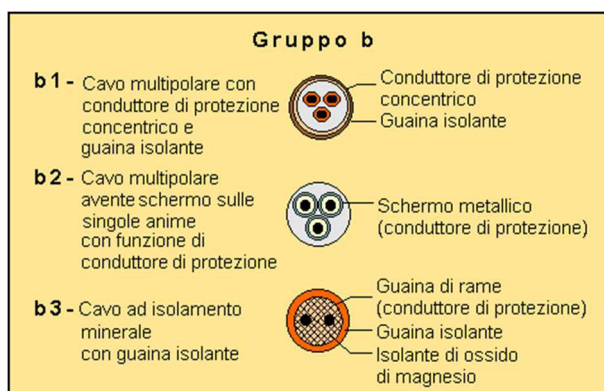


Figura 3 - Esempi di condutture del gruppo b

· **gruppo c** - condutture che presentano predisposizione all'innesco e alla propagazione dell'incendio. Possono essere realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione, installati in vista oppure con cavi sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canalette di metallo aperte o in tubi e canali non di metallo con grado di protezione almeno IP 4X e che offrano specifiche garanzie di comportamento all'incendio (resistenti alla prova del filo incandescente a 850°C). La funzione di conduttore di protezione può essere svolta dal canale stesso (o tubo) se metallico e dichiarato idoneo dal costruttore mentre nei canali o tubi costruiti con materiale isolante come cautela aggiuntiva può essere impiegato un conduttore di protezione nudo. In tal modo lungo tutto il circuito, affiancato ai conduttori di fase, corre il conduttore di protezione che, nel punto in cui avviene il guasto all'isolante del conduttore di fase, raccoglie e convoglia a terra la corrente di guasto. Si può così rilevare sia un guasto fase-terra sia un guasto fase-fase che, con la presenza del conduttore di protezione nudo, è tramutato in un guasto fase-terra offrendo la possibilità di eliminare il guasto al suo insorgere. Anche per questo gruppo dovranno essere adottate particolari precauzioni contro questo problema. I provvedimenti da prendere sono indicati nei successivi paragrafi.

Gruppo c			
<i>Condutture che possono costituire causa d'innesco e propagazione d'incendio</i>			
CONDUTTURA	Posa: in vista a parete	Posa: in vista su canale o tubo metallico	Posa : in vista su canale o tubo isolante
	Protezione:	Protezione:	Protezione: canale o tubo protettivo in materiale isolante con grado di protezione minimo IP4X in grado di sopportare le prove di resistenza al calore anormale e al fuoco 850 °C
	Tipo di cavi: multipolari provvisti di conduttore PE	Tipo di cavi: unipolari e multipolari (senza PE)	Tipo di cavi: unipolari o multipolari (con o senza PE)
CONDUTTORE DI PROTEZIONE (PE)	Incorporato e costituito da un'anima del cavo	La funzione di PE può essere svolta da passerella, se idonee allo scopo, altrimenti utilizzare un conduttore nudo o isolato	Il conduttore PE non è richiesto ai fini della protezione contro l'incendio, può essere un conduttore nudo o isolato inserito nel tubo protettivo o nel canale
REQUISITI PARTICOLARI RICHIESTI	Utilizzare cavi non propaganti la fiamma se installati singolarmente o distanziati non meno di 25 cm. Diversamente utilizzare cavi non propaganti l'incendio purché installati in quantità tale da non superare il valore unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22. Altrimenti è necessario adottare uno dei provvedimenti indicati nel successivo paragrafo 1.5.4	Utilizzare cavi non propaganti l'incendio se installati in quantità tale da non superare il valore unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22. Altrimenti è necessario adottare uno o più provvedimenti indicati nel successivo paragrafo 1.5.	Utilizzare cavi non propaganti la fiamma.

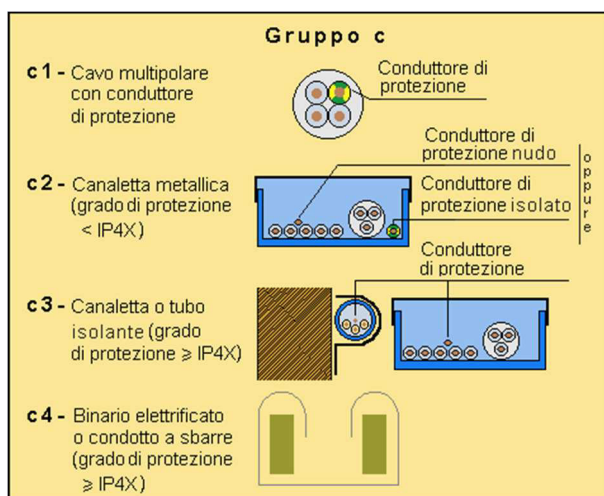


Figura 4 - Esempi di condutture del gruppo c

8.1.3.4. Condutture mobili

Le condutture che devono essere mosse durante l'uso e che come tali possono essere sottoposte a severe sollecitazioni meccaniche con conseguente danneggiamento potrebbero dare luogo a guasti con conseguente pericolo d'innesco d'incendio. Per questo motivo nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio devono essere impiegati cavi idonei come ad esempio quelli utilizzati nei cantieri edili (tipo H07RN-F).

8.1.3.5. Protezioni da adottare contro il pericolo d'innesco dell'incendio

I provvedimenti che sono stati adottati nei tre gruppi di condutture sono finalizzati ad ottenere una protezione meccanica contro il danneggiamento dei cavi, alla limitazione dell'apporto di comburente e ad evitare che si depositino

particelle infiammabili sui cavi (utilizzo del grado di protezione IP4X) e ad assicurare un elevato valore delle correnti di corto circuito anche nel caso di guasto a terra nei sistemi TN-S (configurazione PE). Se si adottano tali misure si possono realizzare le protezioni contro le sovracorrenti secondo i criteri generali indicati dalle norme CEI 64/8.

Le condutture che hanno origine nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio devono essere protette contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti tramite apparecchi di protezione posti all'origine dei circuiti sia quelli che attraversano i luoghi in oggetto sia quelli che hanno origine nei luoghi stessi (i dispositivi di protezione dei circuiti che hanno inizio all'interno del luogo può essere attuata installando i quadri anche all'interno di questi particolari ambienti). La norma 64/8 per i luoghi ordinari prevede l'installazione del dispositivo di protezione dalle sovracorrenti in un qualsiasi punto della linea se non ci sono derivazioni né prese a spina; il dispositivo interviene in ogni caso correttamente anche se si deve accettare il rischio di non intervento per un guasto non franco a monte del dispositivo. Questa soluzione non è però accettabile per gli ambienti maggior rischio in caso d'incendio che, infatti, richiede sempre il dispositivo di protezione dalle sovracorrenti all'inizio della linea. La protezione delle condutture dalle sovracorrenti assume in questo caso un ruolo fondamentale. La conduttura, protetta secondo la Norma CEI 64-8, può essere percorsa da una corrente di valore appena inferiore a 1,45 IZ raggiungendo temperature inferiori a 114 C° per il PVC (riferito ad una temperatura iniziale di cortocircuito pari a quella massima di servizio 70 C°) e a 145 C° per l'EPR (riferito ad una temperatura iniziale di cortocircuito pari a quella massima di servizio 85 C°). Queste temperature, anche se riducono la vita convenzionale del cavo, non sono in genere causa di innesco d'incendio. In ogni caso, per ottenere un margine di sicurezza maggiore, la protezione da sovraccarico può essere ottenuta stabilendo come condizione ed imponendo in tal modo che il cavo non sia mai percorso da una corrente superiore alla sua portata, essendo If la corrente convenzionale di intervento del dispositivo di protezione. Rimane naturalmente valido quanto indicato dalla 64/8 che sconsiglia l'installazione di protezioni contro i sovraccarichi nei casi in cui un'improvvisa interruzione può causare pericolo, ad esempio sull'illuminazione di sicurezza, e che indica i casi in cui si può omettere la protezione contro il corto circuito come ad esempio per il tratto che collega il trasformatore al primo quadro.

8.1.3.6. Prescrizioni aggiuntive per le condutture del gruppo c

Per le condutture del gruppo c devono essere rispettate alcune prescrizioni aggiuntive:

2. i circuiti nei sistemi TT e TN devono essere protetti mediante interruttore differenziale con I_{dn} non superiore 300mA anche se a intervento ritardato (quando guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto mediante sistema a pellicola riscaldante, la I_{dn} deve essere di 30mA);

3. protezione nei sistemi IT mediante dispositivo in grado di controllare con continuità le correnti di dispersione verso terra e di aprire automaticamente il circuito al decadere dell'isolamento. Qualora per motivi di continuità del servizio ciò non fosse possibile è sufficiente, anziché aprire automaticamente il circuito, un allarme ottico ed acustico. Il personale deve essere istruito, in caso di allarme per primo guasto, ad intervenire per operare l'apertura manuale del circuito il più presto possibile;

le prescrizioni 2 e 3 non si applicano alle condutture facenti parte dei circuiti di sicurezza, alle condutture racchiuse in involucri con grado di protezione almeno IP4X, ad eccezione del tratto finale necessario al collegamento dell'apparecchio utilizzatore.

8.1.3.7. Protezioni da adottare contro la propagazione dell'incendio

Le condutture del gruppo a non necessitano di cavi con particolari requisiti mentre per il gruppo b e il gruppo c può essere necessario predisporre almeno una delle seguenti misure :

- utilizzare cavi non propaganti la fiamma (CEI 20-35), se installati individualmente oppure distanziati tra loro almeno 25cm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso oppure se fanno parte di condutture con grado di protezione almeno IP4X (le canaline se posate orizzontalmente ostacolano la propagazione dell'incendio mentre se sono posate verticalmente possono alimentare le fiamme a causa dell'effetto camino);

- utilizzare cavi non propaganti l'incendio (CEI 20-22), sempre che non superino il quantitativo di materiale non metallico indicato nella norma. La Norma prevede prove a gravosità graduale a seconda del tipo di cavo. Per ogni prova è previsto un quantitativo di materiale non metallico (isolante, riempitivo ecc..) per metro lineare di fascio di cavi. Se il quantitativo di materiale non metallico supera quello previsto dalle Norme bisogna adottare i provvedimenti indicati al punto successivo ;

· adottare sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17.

Tali sbarramenti sono costituiti da barriere in materiale incombustibile disposte sul percorso dei cavi (lana di roccia, sabbia, materiali intumescenti in grado di espandersi se sottoposti all'azione del fuoco ecc.). Le barriere devono avere forma e dimensione adatte ad impedire lo scavalco della fiamma e, se necessario, devono poter essere smontate per permettere l'eventuale aggiunta di cavi. Devono avere, in relazione al tipo di cavi installati, alla loro modalità d'installazione, alla disponibilità di mezzi d'intervento ecc., una distanza tale da impedire che l'incendio possa innescarsi e svilupparsi. In generale si ritiene sufficiente l'adozione di sbarramenti disposti in corrispondenza degli attraversamenti senza tuttavia superare i seguenti distanziamenti: 5m nei percorsi verticali e 10m nei percorsi orizzontali. Con cavi non propaganti l'incendio si possono adottare distanziamenti di 10m per i tratti verticali mentre per quelli orizzontali gli sbarramenti non sono strettamente necessari. Sbarramenti sono consigliati, a prescindere dal tipo di cavi, all'entrata dei quadri o delle altre apparecchiature elettriche possibili sedi di archi. Gli sbarramenti sono inoltre opportuni per cavi in cunicolo o canaletta se questi sono sede di circolazione d'aria. Se è necessario ripristinare la resistenza al fuoco di elementi costruttivi attraversati da condutture bisogna otturare non solo il foro lasciato libero dalla conduttura, ma anche l'interno della conduttura stessa. Entrambe le barriere devono avere un grado REI di resistenza al fuoco almeno uguale, ma non inferiore, a quello richiesto dalla classe del compartimento antincendio originario. Se il tubo però è conforme alle norme CEI 23-25, (autoestinguente alla fiamma) se il diametro interno non supera i 30mm, se il grado di protezione non è inferiore a IP33 e se le estremità del tubo, se in ambiente chiuso, entrano in custodia con grado di protezione non inferiore a IP33, non è necessario otturare l'interno.

8.1.3.8. Riduzione delle temperature di servizio

Per i cavi in PVC privi di guaina la Norma prescrive una riduzione della temperatura di servizio. Nel caso di conduttori in rame la temperatura di esercizio dovrà essere ridotta a 55°C e, in caso di corto circuito, dai 160°C in condizioni ambientali normali ai 140°C. In pratica si rende necessario ridurre il valore K del cavo. Ad esempio, in caso di corto circuito in un cavo in rame isolato in PVC, dovrà essere:

$$K^2 = C(T_{cc} - T_a)$$

dove:

C = costante del conduttore rappresentante il rapporto fra il calore specifico del materiale (riferito al volume) costituente il conduttore e la resistività;

T_{cc} = temperatura massima ammissibile in condizioni di corto circuito in ambiente normale;

T_a = temperatura ambiente.

In ambiente a maggior rischio in caso d'incendio il nuovo valore K^I sarà:

$$(K^I)^2 = C(T_{cc(ridotto)} - T_a)$$

da cui:

$$(K^I)^2 = \frac{K^2}{(T_{cc} - T_a)} \times (T_{cc(ridotto)} - T_a)$$

nel nostro caso (per un cavo in rame isolato in PVC, K=115) il nuovo valore di K sarà:

$$K^I = \sqrt{\frac{115^2}{(160 - 30)}} \times (140 - 30) = 106$$

Per finire occorre ricordare che anche per i cavi isolati in gomma G9 e privi di guaina la Norma prescrive una riduzione della temperatura di servizio a 70°C.

8.1.4. ULTERIORI PRESCRIZIONI PER GLI AMBIENTI IN RELAZIONE AL TIPO DI AMBIENTE

Nei **luoghi del tipo 02** (ex tipo A) non esiste alcuna prescrizione normativa riguardante il grado di protezione IP per cui si applicano le norme generali. A volte occorre limitare il rischio dovuto al formarsi di fumi e gas tossici prodotti dalla combustione dei materiali isolanti per cui potrebbe rendersi necessaria l'adozione di cavi a bassa emissione di fumi e gas corrosivi (CEI 20-38). Se il cavo deve garantire anche in caso d'incendio la sua funzione di conduttore d'energia, di segnale, di comando ecc.. (impianti antincendio, luci di sicurezza ecc..) e garantire l'ordinata evacuazione del pubblico, occorre utilizzare cavi resistenti al fuoco (CEI 20-36).

Nei **luoghi del tipo 03** (ex tipo B), verso le strutture combustibili, sono necessarie custodie con un grado di protezione almeno IP4X per quei componenti dell'impianto che nel funzionamento ordinario possono provocare archi e scintille. La norma specifica però che "interruttori luce e similari, prese a spina per uso domestico e similare, interruttori automatici magnetotermici fino a 16A con potere di interruzione I_{cn} inferiore o uguale a 3kA, in genere non producono nel loro funzionamento archi o scintille tali da far uscire dal microambiente interno agli apparecchi medesimi particelle incandescenti che possono innescare un incendio". Gli apparecchi di illuminazione non possono essere installati direttamente su pareti combustibili se non sono stati dichiarati idonei dal costruttore con l'apposizione della lettera "F" racchiusa in un triangolo (se gli apparecchi illuminanti sono conformi alle norme di prodotto non è necessaria la prova al filo incandescente - Norme CEI 34-21 IV edizione). Sono questi degli apparecchi che contengono un alimentatore o un trasformatore, cioè un dispositivo soggetto a guasto, che però non può essere causa di incendio o di eccessive temperature. Possono essere installati su superfici normalmente incombustibili ma non su superfici facilmente infiammabili. E' ovvio che se gli apparecchi sono sprovvisti di tale simbolo possono essere installati direttamente solo su superfici non combustibili (superfici che non possono alimentare la combustione come ad esempio il metallo, il gesso, il cemento, ecc..). Dalle Norme CEI 34-21, Apparecchi di illuminazione, si definisce normalmente incombustibile il materiale la cui temperatura di accensione è di almeno 200°C e che a tale temperatura non si deforma né si rammollisce, come il legno di spessore superiore a 2mm. Al contrario è materiale facilmente infiammabile un materiale avente caratteristiche inferiori a quelle precedenti, come ad esempio il legno di spessore inferiore a 2mm. Tutti i componenti (per esempio scatole, quadri ecc..) incassati in pareti a nido d'ape devono rispondere alle rispettive norme di prodotto. Quando queste pareti sono combustibili o contengono isolanti combustibili e i componenti non soddisfano alle prescrizioni di prova di resistenza al calore e al fuoco prescritte dalle relative norme di prodotto, la protezione può essere realizzata in due modi : a) rivestendo i componenti incassati con uno strato di almeno 12 mm di lana di vetro o di altro materiale non infiammabile con caratteristiche equivalenti ; b) immergendo i componenti incassati in un blocco di lana di vetro o altra lacca minerale di almeno 100mm. Se gli involucri contengono componenti elettrici con dissipazione termica non trascurabile si deve tenere conto dell'aumento di temperatura provocato dai materiali coibenti.



Figura 5 - Simbolo grafico di apparecchio installabile direttamente su superficie combustibile

Infine nei **luoghi del tipo 04** (ex tipo C) il grado di protezione deve essere almeno IP4X per gli involucri (per gli interruttori e le prese a spina ad uso domestico e similare vale quanto detto per i luoghi del tipo 03) dei componenti dell'impianto (ad esclusione delle condutture), per gli apparecchi d'illuminazione (ad esclusione delle lampade) e per i motori (il grado di protezione IP4X nei motori si riferisce agli involucri delle morsettiere e dei collettori mentre per le altre parti attive il grado di protezione deve essere almeno IP2X). Ovviamente i vari componenti dell'impianto devono essere installati tenendo conto delle condizioni ambientali e in conformità alle prescrizioni di sicurezza e alle rispettive Norme. In particolare devono essere ubicati in modo da non essere soggetti allo stillicidio di combustibili liquidi. Se il volume del combustibile è ben definito, prevedibile e controllabile il luogo a maggior rischio in caso d'incendio si sviluppa nella zona circostante le sostanze combustibili. Si dovranno assumere le distanze non inferiori a : 1,5m e in

orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relative aperture provviste di serramenti, 1,5m in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento, 3m in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto. Le prescrizioni comuni e aggiuntive si applicano solo a questa zona mentre il resto del compartimento è da ritenersi luogo ordinario. Si deve però evitare la propagazione verso il volume che delimita la zona contenete le sostanze combustibili, di un eventuale incendio che si origini nel compartimento. Se i cavi sono del tipo ordinario si devono approntare delle barriere tagliafiamma all'ingresso dei cavi nel volume di delimitazione (fig. 7).

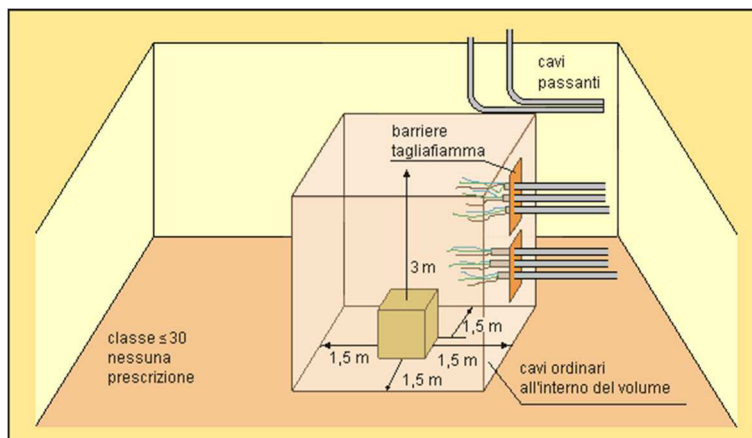


Figura 6 - Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio del tipo 04 (ex tipo C) se all'interno del volume delimitante le sostanze combustibili entrano cavi di tipo ordinario sono necessarie le barriere tagliafiamma. All'interno di tale volume si applicano le prescrizioni comuni per tutti i luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e quelle aggiuntive per i luoghi di tipo 04

In alternativa si possono impiegare cavi non propaganti l'incendio (cavi entranti e cavi passanti) a partire almeno da una distanza di quattro metri dai materiali combustibili (Fig. 8).

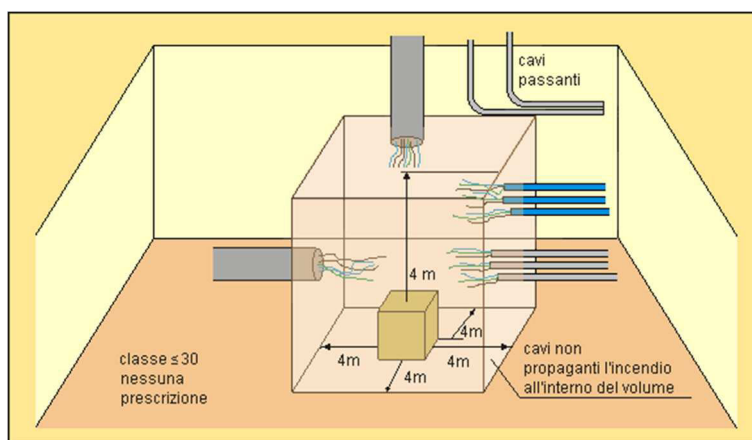


Figura 7 - Se i cavi che entrano all'interno del volume delimitante le sostanze combustibili sono del tipo non propagante l'incendio possono essere evitate le barriere tagliafiamma. La distanza dai materiali combustibili dei cavi entranti o passanti non deve però essere inferiore a 4m

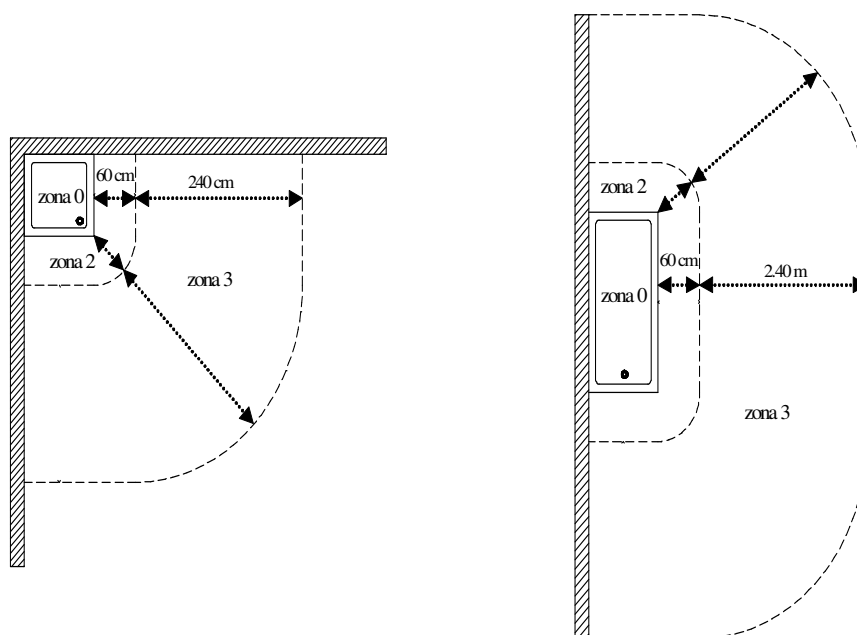
Se esiste il rischio che del combustibile liquido per rovesciamento, attraversamento, spruzzo, ecc. penetri negli involucri, potrebbe rendersi necessario adottare un grado di protezione adeguato contro i liquidi. Se si prevede che la polvere accumulata sugli involucri possa comportare rischio d'incendio devono essere presi adeguati provvedimenti atti ad evitare temperature eccessive. I motori comandati a distanza che non sono sotto stretta sorveglianza devono essere protetti contro il sovraccarico mediante dispositivi a ripristino manuale; i motori con avviamento stella/triangolo di tipo manuale devono avere un dispositivo di protezione contro le temperature eccessive anche sulla connessione a stella. Si vuole evitare di riavviare il motore ancora caldo, fenomeno che potrebbe ripetersi diverse volte con un riscaldamento non tollerabile del motore e con il pericolo di innescare le sostanze combustibili presenti in questo tipo di luoghi. Se si temono rischi d'incendio dovuti a polvere o a fibre gli apparecchi illuminanti devono essere tali che la temperatura superficiale, anche in caso di guasto, sia particolarmente limitata e che non si possano verificare accumuli di polvere o

fibre combustibili. I nuclei riscaldanti di apparecchi termici non devono provocare l'accensione di polveri o fibre combustibili presenti nel luogo.

8.2. INSTALLAZIONI ELETTRICHE NEI LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE

Particolare attenzione verrà prestata nel realizzare le parti di impianto elettrico relative ai locali adibiti a bagno o doccia o all'interno dei quali possa comunque esistere un maggiore pericolo potenziale, dovuto ad una possibile diminuzione della resistenza corporea, nonché ad un contatto del corpo con il potenziale di terra. Al fine di evitare situazioni di pericolo andranno tassativamente osservate le disposizioni della Norma CEI 64-8 Parte 7 Sezione 701. Si rammenta che nell'eseguire impianti elettrici all'interno di locali contenenti bagni o docce è necessario attenersi alle zone di rispetto, evidenziate nella figura 8.2–A.

- ZONA 0: è vietata l'installazione di qualsiasi conduttura, apparecchiatura di comando o utilizzatrice;
- ZONA 1: è concesso installare condutture elettriche purché esse vengano incassate ad una profondità superiore a 5 cm e servano esclusivamente per l'alimentazione degli utilizzatori situati in questa zona. E' concessa l'installazione, come unico apparecchio utilizzatore, di uno scaldacqua; il collegamento di tale apparecchio dovrà essere eseguito senza alcuna giunzione e senza ricorrere all'impiego di scatole di derivazione poste all'interno della zona 1; il cavo di alimentazione non dovrà avere rivestimento protettivo in materiale conduttore;
- ZONA 2: per quanto concerne le condutture e le apparecchiature di comando, essa segue le prescrizioni della zona 1. Tra gli utilizzatori ammessi si aggiungono le lampade, purché ad installazione fissa e di classe II;
- ZONA 3: possono venire installate condutture elettriche, apparecchi di comando ed utilizzatori. Va ricordato che nessun apparecchio di comando o presa di corrente può venire installato ad una distanza inferiore a 60 cm dalla vasca da bagno o dal piatto doccia.



La zona 0 è il volume interno della vasca o del piatto doccia; la zona 1 è il volume sovrastante la vasca o il piatto doccia. Le zone 1, 2 e 3 hanno un'altezza di 2,25 m.

figura 8.2–A– Installazioni elettriche nei locali contenenti bagni o docce

8.3. ABBATTIMENTO DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE

Per barriere architettoniche si intendono gli ostacoli fisici e la mancanza di accorgimenti e segnalazioni che possono essere fonte di disagio e disorientamento per la mobilità delle persone e soprattutto per chi presenta una capacità motoria ridotta o impedita, in forma permanente o temporanea.

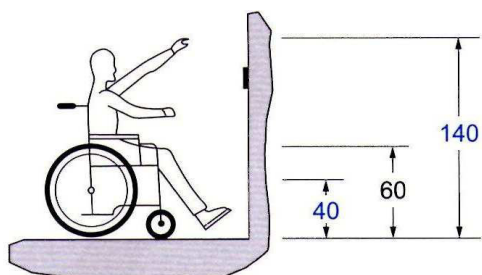
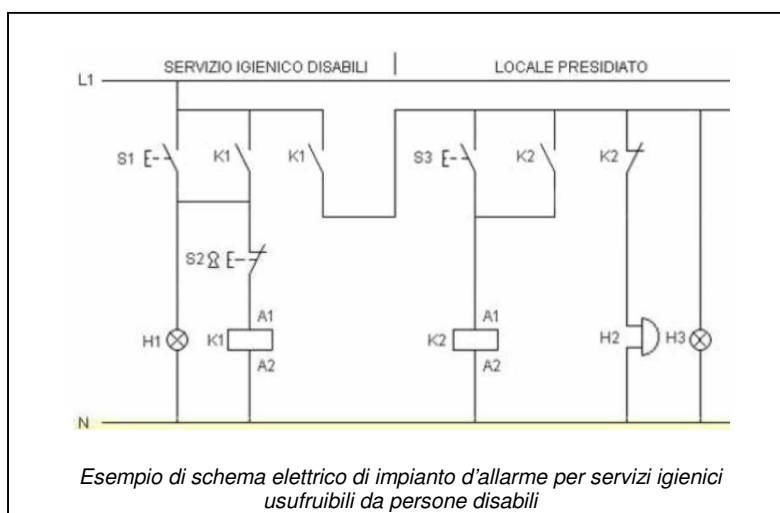
Relativamente all'impianto elettrico devono essere rimosse tutte quelle barriere che non permettono o che in qualunque modo limitano la possibilità di usufruire, in tutta comodità e sicurezza, dell'impianto elettrico da parte dei portatori di handicap.



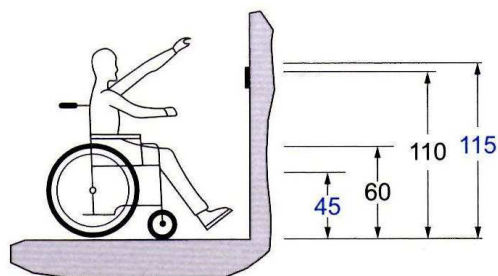
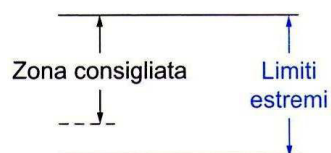
8.3.1. PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI

I componenti dell'impianto elettrico devono rispondere a specifici requisiti per rendere più semplice la percezione delle segnalazioni acustico-luminose, l'individuazione ed il comando di dispositivi come interruttori, deviatori, pulsanti, ecc.;

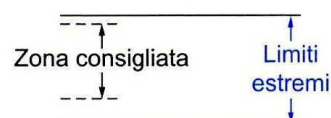
Relativamente alla loro ubicazione gli apparecchi di comando, interruttori campanelli, pulsanti di comando, citofoni, prese a spina installati nelle parti comuni, devono essere collocati in posizione comoda, protetti dagli urti e facilmente individuabili. ed utilizzabili, anche in condizioni di scarsa illuminazione, dalle persone disabili.

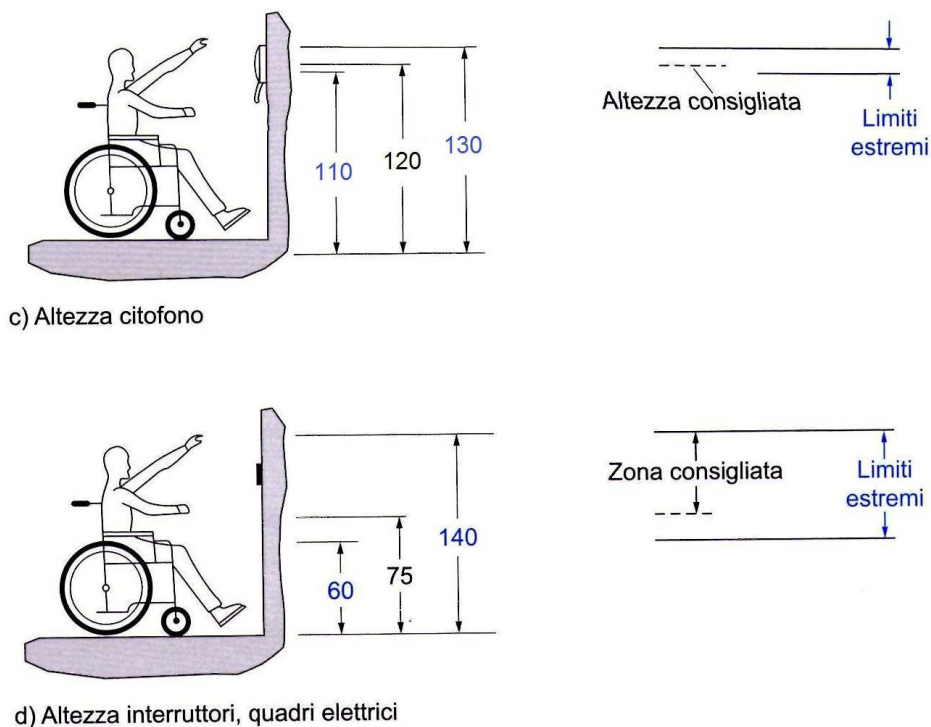


a) Altezza campanelli e pulsanti di comando



b) Altezza prese energia, tv e telefono





Disposizione delle apparecchiature elettriche ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche
(quote in centimetri)

8.4. RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO DEGLI ELEMENTI NON PORTANTI IMPIANTI ELETTRICI

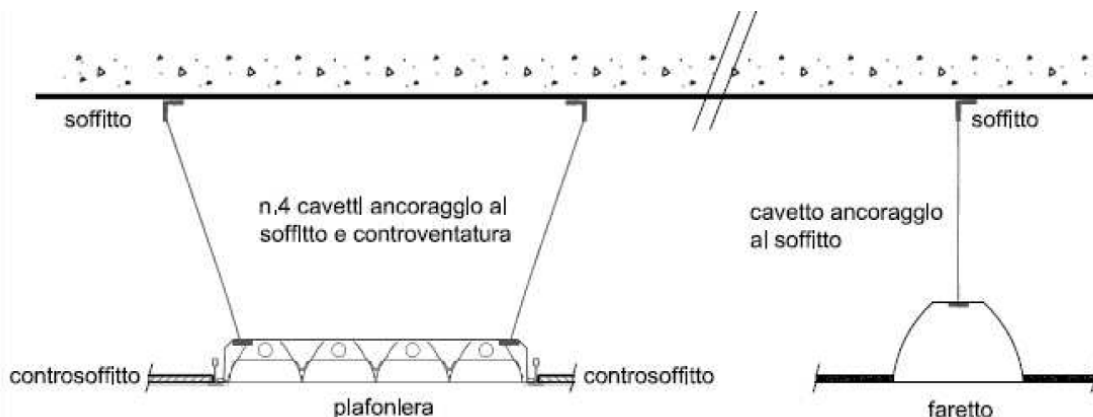
Il sistema di ancoraggio di tutti gli impianti elettrici dovrà essere realizzato nel rispetto delle indicazioni riportate nelle "linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali, arredi ed impianti" emessa dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile nel giugno 2009.

In particolare i fissaggi ed ancoraggi di tutti gli impianti di distribuzione dorsali ed elementi terminali dovranno essere conformi a quanto indicato nelle Linee Guida ETAG 001 allegato E 2013 per edifici di categoria sismica ETA C2.

L'installatore dovrà produrre, e fare approvare alla D.L., apposito progetto di installazione dei supporti e successivamente rilasciarne la certificazione di idoneità e corretta posa. Nel caso non siano presenti ancoraggi strutturali, le passerelle metalliche degli impianti elettrici, saranno ancorate al solaio tramite ancoraggi supplementari realizzati con cavetti in acciaio.

In riferimento al fissaggio delle canalizzazioni principali degli impianti elettrici, si renderà necessario prevedere ed adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari a ridurre il rischio sismico derivante dalla vulnerabilità delle apparecchiature elettriche e di diffusione sonora collocate a filo controsoffitto e/o fissate a solaio, come plafoniere, diffusori sonori, ecc...

Per questi elementi si potranno utilizzare diversi sistemi di fissaggio costituiti da: dispositivi di bloccaggio in acciaio inox, cavi metallici e diversi terminali di ancoraggio, cavi in acciaio forte, ma flessibile, dispositivi di bloccaggio per diverse applicazioni ed esigenze di carico, terminali di ancoraggio per vari tipi di fissaggi strutturali.



Esempi fissaggio a soffitto apparecchiature elettriche

Gli ancoraggi saranno eseguiti con materiali certificati dal costruttore secondo le linee guida europee ETAG 001 allegato E per la categoria sismica ETA C2.

Il sistema deve garantire la sospensione di oggetti leggeri, canalizzazioni, componenti, cartellonistica e tubi.

In particolare, per quanto riguarda gli impianti elettrici, si evidenzia la necessità di garantire la stabilità delle apparecchiature poste sui controsoffitti:

- corpi illuminanti (plafoniere e faretti);
- diffusori sonori;
- ogni altro carico sospeso a servizio degli impianti elettrici.

Per i faretti e i diffusori sonori si provvederà all'ancoraggio al soffitto tramite singolo cavetto, mentre per le plafoniere si dovranno posare quattro cavetti in controventatura, sempre ancorati al soffitto.

Il fissaggio dovrà essere realizzato tramite tassello idoneo al solaio in cui andrà posato.

La posa dovrà essere corredata di certificazione di corretta posa e tenuta.

9. MATERIALI

In accordo con la committenza si specifica che è fatto divieto di installare prodotti diversi da quelli indicati nel computo metrico e /o sugli schemi elettrici e relative tavole o nell'elenco marche.

La ditta installatrice dovrà presentare, prima di ciascun intervento, a richiesta della Direzione Lavori, idonea descrizione tecnica del materiale da installare.

I materiali e i componenti devono essere conformi alle prescrizioni del presente capitolato ed essere costruiti a regola d'arte.

La Direzione Lavori potrà richiedere, ove lo ritenga necessario, la campionatura di quei materiali non specificati nella documentazione di progetto e che la ditta installatrice intende utilizzare per l'esecuzione dei lavori.

Tali campioni dovranno essere accompagnati da una scheda tecnica riportante tutti i dati e le caratteristiche del prodotto, necessaria per la valutazione ed eventuale approvazione da parte della Direzione Lavori.

La Ditta appaltatrice non dovrà porre in opera materiali rifiutati dalla Direzione Lavori, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera, fermo restando i diritti e i poteri dell'appaltante previsti sino a collaudo eseguito.

I materiali o i componenti deperiti dopo la loro introduzione in cantiere o non conformi alle specifiche indicate nei documenti allegati al contratto, possono di diritto essere rifiutati dal Direttore dei lavori in qualunque momento (qualsiasi sia la causa della non conformità o del deperimento). In caso di rifiuto, l'appaltatore ha l'obbligo di rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

L'appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni (verificate dal Direttore dei lavori) eseguite con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o senza la necessaria diligenza o che abbiano rivelato (dopo la loro accettazione e messa in opera) difetti o inadeguatezze.

10. VERIFICHE E COLLAUDI

Prima di iniziare le prove, il collaudatore deve verificare che le specifiche dell'alimentazione rispondano a quelle previste dal presente Capitolato, ovvero quelle per cui sono stati progettati gli impianti.

Se tali condizioni non sono rispettate, le prove devono essere rinviate per un periodo massimo di 15 giorni.

In caso contrario il collaudatore nell'eseguire le prove dovrà tener conto delle implicazioni a cui tali differenti condizioni danno luogo.

La strumentazione per l'esecuzione delle prove deve essere fornita dall'appaltatore senza che questi possa pretendere maggiori compensi.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici collocati nei luoghi di lavoro, il DPR 462/01 obbliga il datore di lavoro a richiedere la verifica periodica degli impianti elettrici:

- di terra in bassa ed in alta tensione;
- relativi alle protezioni contro le scariche atmosferiche;
- nei luoghi con pericolo di esplosione (DM 22/12/58).

Nei luoghi con pericolo di esplosione la verifica riguarda l'intero impianto elettrico.

Gli impianti di terra e i dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche devono essere verificati ogni:

- due anni nei locali ad uso medico (ospedali, case di cura, ambulatori, studi medici), nei cantieri e nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio (soggetti al Certificato di Prevenzione Incendi);
- cinque anni negli altri casi.

Gli impianti elettrici nei luoghi di lavoro con pericolo di esplosione devono essere verificati ogni due anni.

In base al DPR 462/01, le verifiche degli impianti possono essere effettuate, oltre che dalle Asl/Arpa, da Organismi Abilitati dal Ministero delle Attività Produttive (non sono valide, a tale fine, le verifiche effettuate da professionisti o da imprese installatrici), ciò implica che il datore di lavoro è responsabile delle verifiche periodiche potendosi rivolgere a detti organismi che sono abilitati ad effettuare anche le verifiche straordinarie.

Il datore di lavoro che non richiede la verifica va incontro a delle responsabilità civili e penali, esso è quindi responsabile civilmente e penalmente in caso di infortunio avvenuto sull'impianto.

10.1. VERIFICHE INIZIALI

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio dell'eventuale relativo certificato da parte della Direzione dei lavori, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

Qualora l'Amministrazione appaltante non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, può disporre affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori si proceda comunque ad una Verifica Iniziale "provvisoria" degli impianti (CEI 64-8 Parte 6 Artt. 611 e 612).

La Verifica Iniziale ha lo scopo di consentire l'inizio del funzionamento degli impianti, accertando che siano in condizione di poter funzionare normalmente e realizzati conformemente alla regola dell'arte.

Tale verifica riguarderà:

- la rispondenza alle disposizioni di legge;
- la rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del fuoco;
- la rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- la rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto.

In particolare si verificherà che:

- siano state osservate le norme tecniche generali;
- gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e alle preventive indicazioni;
- gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano corrispondenti alle prescrizioni e/o ai campioni presentati.

La Verifica Iniziale è ripartita in:

a) Esame a vista

- Metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, ivi compresa la misura delle distanze delle barriere ed ostacoli
- Presenza di barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici
- Scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione
- Scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione
- Presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando
- Scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne
- Identificazione dei conduttori di neutro e di protezione
- Presenza di schemi, cartelli monitori e di informazioni analoghe
- Identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti ecc.
- Agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione

b) Prove e misure

- Continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari (metodo di prova art. 612.2 CEI 64-8)
- Resistenza d'isolamento dell'impianto elettrico (metodo di prova art. 612.3 CEI 64-8)

- Protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica (metodo di prova art. 612.4 CEI 64-8)
- Resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti (metodo di prova art. 612.5 CEI 64-8)
- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (metodo di prova art. 612.6 CEI 64-8)
- Prove di polarità (metodo di prova art. 612.7 CEI 64-8)
- Prove di funzionamento (metodo di prova art. 612.9 CEI 64-8)

A ultimazione della Verifica Iniziale verrà redatto apposito verbale e l'Amministrazione appaltante prenderà in consegna gli impianti.

10.2. VERIFICHE IN CORSO D'OPERA

La Direzione Lavori, durante il corso dei lavori può eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o su parti degli stessi, in modo da poter intervenire per tempo qualora non fossero rispettate le specifiche del presente Capitolato e del progetto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute, nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.

I risultati delle verifiche e delle prove potranno essere registrate a verbale.

I controlli e le verifiche eseguite dalla stazione appaltante nel corso dei lavori non escludono comunque la responsabilità dell'appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'appaltatore, né alcuna preclusione in capo alla stazione appaltante.

10.3. COLLAUDI

Il collaudo ha la principale funzione di tutelare il committente in merito alla corretta realizzazione dell'opera ed al pagamento del giusto corrispettivo all'esecutore per mezzo di un controllo che si applica non solo all'impresa appaltatrice, ma anche all'operato del direttore dei lavori.

Esso consente di verificare e certificare che l'opera o il lavoro sono stati eseguiti a regola d'arte e secondo le prescrizioni tecniche prestabilite, in conformità del contratto e delle varianti debitamente approvate.

Il collaudo comprende altresì tutte le verifiche tecniche e le modalità previste dalle leggi di settore (DPR 554/1999 Titolo XII - Collaudo dei lavori; L. 109/1994 Art. 37).

Il collaudo di un'opera è affidato dalla stazione appaltante ad un tecnico diverso da colui che ha progettato e diretto i lavori eseguiti e comunque secondo le condizioni riportate nella L. 109/1994 Art. 28 comma 5.

Il collaudo deve essere ultimato non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori (DPR 554/1999 Art. 192).

L'appaltatore, a propria cura e spesa, mette a disposizione dell'organo di collaudo gli operai e i mezzi d'opera necessari ad eseguire tutte le operazioni di collaudo.

L'organo di collaudo redige un'apposita relazione in cui formula le proprie considerazioni sul modo con cui l'impresa ha osservato le prescrizioni contrattuali e le disposizioni impartite dal direttore dei lavori.

Il certificato di collaudo emesso dall'organo di collaudo deve contenere:

- a) l'indicazione dei dati tecnici ed amministrativi relativi al lavoro;
- b) i verbali di visite con l'indicazione di tutte le verifiche effettuate;
- c) il certificato di collaudo.

Il certificato di collaudo viene trasmesso per la sua accettazione all'appaltatore, il quale deve firmarlo nel termine di venti giorni.

10.4. DOCUMENTAZIONE

Alla conclusione dei lavori, la ditta appaltatrice dovrà fornire alla Committente, senza onere alcuno per quest'ultima, la dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008 completa degli allegati, in particolare tutti i disegni aggiornati con le eventuali modifiche apportate, in fase di realizzazione e autorizzate dalla D.LL.

11. CERTIFICAZIONI

Con riferimento all'intera progettazione specialistica di cui al progetto dell'impianto elettrico si certifica quanto segue:

- a) che le apparecchiature previste sono state dimensionate coerentemente con le finalità dell'intervento e con i dati di progetto utilizzati.
- b) che i capitolati prestazionali sono coerenti con tali scelte;
- c) che nei computi metrici e nelle valutazioni economiche sono state considerate tutte le componenti atte ad assicurare la piena funzionalità e rispondenza dell'intervento alle finalità dell'amministrazione.

Novembre 2015

Il Tecnico
