



# COMUNE DI SOZZAGO

Piazza Bonola, 1 - 28060 Sozzago (NO)

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO AGLI IMPIANTI DELL'EDIFICIO SCOLASTICO "F. ROGNONI"

CUP: **C98H22001720006**

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.  
M2C4 Investimento 2.2 - Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei Comuni. Progetto finanziato dall'Unione Europea - Next Generation EU.



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU

## PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTO ELETTRICO

Elaborato:

### RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO AGLI IMPIANTI DELL'EDIFICIO SCOLASTICO "F. ROGNONI". Bilancio 2023: cap. 01052.02.2002023 Efficientamento energetico anno 2023 PNRR M2C4-2.2 CUP C98H22001720006.

Incarico professionale per progettazione esecutiva e Direzione Lavori

Elaborato N°:

**10.DTE.RE.10**

Scala:

- : -

Data:

**Luglio 2023**

Il Tecnico:

Progettista:

**Per. Ind. Luca Pasinato**



**L.P. PROJECT DI PASINATO LUCA**  
Via Merendalunga, 1/B - 28047 Oleggio (NO)

Impresa:

### Revisioni

N°	Data	Redatto	Approvato	DESCRIZIONE
0	Luglio 2023	LS	LP	EMISSIONE
1				
2				

File:

**LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO AGLI IMPIANTI  
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO "F. ROGNONI"**

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA**

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>OGGETTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI.....</b>	<b>4</b>
3.4	CAVI E CONDUTTORI.....	4
3.5	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	5
3.6	IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	5
3.6.1	ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	5
3.6.2	COORDINAMENTO FRA IMPIANTO DI MESSA A TERRA ED INTERRUTTORI DIFFERENZIALI .....	5
3.6.3	PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO .....	7
3.6.4	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE .....	7
<b>4</b>	<b>MODALITÀ DI INSTALLAZIONE .....</b>	<b>8</b>
4.1	GENERALITÀ.....	8
4.2	CONFORMITÀ ALLE NORME.....	8
4.3	INTERRUTTORI AUTOMATICI.....	9
4.4	QUADRI ELETTRICI .....	9
4.5	TIPI DI CAVI PER ENERGIA .....	10
4.6	TUBI PROTETTIVI E CANALI.....	11
4.7	CASSETTE .....	15
4.8	APPARECCHI DI COMANDO.....	16
4.9	POSA DELLE CONDUTTURE .....	16
4.10	CONNESSIONI .....	16
<b>5</b>	<b>CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI PARTICOLARI.....</b>	<b>17</b>
5.1	SCUOLA DI OGNI ORDINE .....	17
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE LAVORI .....</b>	<b>18</b>
6.1	GENERALITÀ.....	18
6.2	DISTRIBUZIONE .....	18
6.3	ILLUMINAZIONE.....	18
6.3.1	ILLUMINAZIONE ORDINARIA .....	18
6.3.2	ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA .....	18
<b>7</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI FINE LAVORI .....</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>DENUNCIA IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>19</b>

## 1 OGGETTO

Il sottoscritto Per. Ind. Luca Pasinato, residente a Oleggio (NO) e regolarmente iscritto all'Ordine dei Periti Industriali e Periti Industriali Laureati della provincia di Novara con il numero 828, redigeva la seguente relazione tecnica.

Oggetto della presente relazione tecnica è il progetto degli impianto elettrico di illuminazione a servizio della scuola elementare comunale "F. Rognoni" sita in via Don Angelo Fenini, 1 a Sozzago (NO).

Nel seguito sono indicate le disposizioni tecniche da rispettare, il modo di eseguire i lavori, i tipi di materiali da impiegare.

Per quanto non espressamente indicato si deve fare riferimento alle norme CEI nella loro globalità.

L'impianto elettrico in considerazione è alimentato in bassa tensione da rete ENEL (**400V**) ed è del tipo **TT**.

Essendo  $50V < V_n < 1000V$  trattasi di un sistema di **I categoria**.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le caratteristiche dell'impianto, nonché dei componenti dello stesso, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare devono essere conformi:

### LEGGI E DECRETI

Legge 168 del 01/03/68	<i>Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiali, installazioni e impianti elettrici ed elettronici</i>
Legge 791 del 18/10/77	<i>Attuazione della direttiva CEE n. 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione</i>
Legge 818 del 07/12/84	<i>Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi</i>
DM 246 del 16/05/87	<i>Norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione</i>
DM 37 del 22/01/08	<i>Norme per la sicurezza degli impianti</i>
DPR 392 del 18/04/94	<i>Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle Norme di sicurezza</i>
D.Lgs. 81 del 09/04/08	<i>Testo unico sulla sicurezza sul lavoro</i>

### NORME TECNICHE

CEI 0-2	<i>Guida per la definizione della documentazione di progetto di impianti elettrici</i>
CEI 64-8	<i>Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua</i>
CEI 64-12	<i>Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario</i>
CEI 81-1	<i>Protezione di strutture contro i fulmini</i>
UNI EN 12464-1	<i>Illuminotecnica. Illuminazione di interni con luce artificiale</i>
CEI 16-4	<i>Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori</i>
CEI-UNEL 35024	<i>Portate di corrente in regime permanente dei cavi in bassa tensione</i>

Le seguenti indicazioni hanno solo lo scopo di ricordare all'installatore le principali norme che devono essere rispettate nell'esecuzione degli impianti.

Tale elenco non è limitativo; infatti sono da applicarsi le norme vigenti nella loro globalità.

### 3 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

#### 3.4 Cavi e conduttori

##### a) isolamento dei cavi:

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti ad una tensione nominale verso terra e ad una tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale, con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

##### b) colori distintivi dei cavi:

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

##### c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse:

le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024/1-97 e CEI-UNEL 35024/2-97.

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

- **0,75 mm<sup>2</sup>**, per circuiti di segnalazione e telecomando;
- **1,5 mm<sup>2</sup>**, per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2 kW;
- **2,5 mm<sup>2</sup>**, per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2 kW e inferiore o uguale a 3 kW;

##### d) sezione minima dei conduttori di neutro:

la sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori e, nei circuiti polifase, quando la sezione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>.

Tutti i cavi utilizzati dovranno avere i requisiti in conformità alle norme CEI 20-22;

##### e) sezione minima dei conduttori di terra:

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta, con i minimi di seguito indicati:

<i>Posa</i>	<i>Sezione minima [mm<sup>2</sup>]</i>	
	<i>Rame</i>	<i>Acciaio Zn</i>
Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16	16
Non protetto contro la corrosione	25	50
Protetto meccanicamente	CEI 64-8/5 art. 543.1	

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

### 3.5 Protezione contro i contatti indiretti

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

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili di acqua, gas e altre tubazioni entranti nell'edificio, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

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

#### 3.6.1 Elementi di un impianto di messa a terra

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

- a) **il dispersore** (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizzano il collegamento elettrico con la terra (norme CEI 64-8/5 art. 542.2);
- b) **il conduttore di terra**, non in intimo contatto con il terreno, destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o comunque isolata dal terreno, (norme CEI 64-8/5 art. 542.3);
- c) **il conduttore di protezione** che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (e destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TN-S (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate al centro stella del trasformatore tramite il conduttore di protezione PE e l'impianto di terra è unico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- d) **il collettore (o nodo) principale di terra** nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità (norme CEI 64-8/5);
- e) **il conduttore equipotenziale**, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra), norme CEI 64-8/5 art. 547 e seguenti.

#### 3.6.2 Coordinamento fra impianto di messa a terra ed interruttori differenziali

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale, che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Il dispositivo che realizza la protezione contro i contatti indiretti deve intervenire in maniera che, in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa od un conduttore di protezione, nel circuito o nel componente elettrico, non possa persistere una tensione di contatto presunta superiore a 50 V in c.a.

Quando la tensione di contatto non risulta maggiore di 50 V non è richiesta l'interruzione automatica dell'alimentazione.

### **SISTEMA TT**

In tale sistema, deve essere soddisfatta la relazione:

$$R_A \leq 50 / I_a$$

Dove:

$R_A$  = somma delle resistenze ( $\Omega$ ) del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse;  
50 = valore della tensione di contatto limite (V) negli ambienti ad uso medico;  
 $I_a$  = valore della corrente (A) che fa intervenire le protezioni:

- corrente in 5 s per dispositivi con caratteristica di intervento a tempo inverso;
- corrente istantanea per dispositivi di intervento con caratteristica di tipo istantaneo;
- corrente differenziale per dispositivi a corrente differenziale.

### 3.6.3 Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni (apparecchi di classe II).

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

### 3.6.4 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 433.

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I^2 t \leq KS^2$$

norme CEI 64-8, art. 434.4.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica  $I^2 t$ , lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Tutti gli impianti che alimentano utenze dislocate nei locali devono essere derivati da un quadro, sul quale devono essere installate le apparecchiature di sezionamento, comando e protezione.

## 4 MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

### 4.1 Generalità

### 4.2 Conformità alle norme

#### *Apparecchiature*

Tutti i componenti elettrici utilizzati devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme di uno dei paesi dell'Unione Europea.

In assenza di marchio, di attestato o di una relazione di conformità rilasciata da un organismo autorizzato, ai sensi dell'art. 7 della legge 791/77 (direttiva Bassa Tensione), i componenti elettrici devono essere dichiarati conformi alle rispettive norme dal costruttore.

Si può ricorrere alla relazione di conformità ai principi generali di sicurezza quando non esistono norme relative.

La conformità di un componente elettrico alla relativa norma può essere dichiarata dal costruttore in catalogo.

Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, volente o nolente, responsabile.

Dal 1° gennaio 1997 inoltre il materiale elettrico di bassa tensione deve recare la marcatura CE che attesta la rispondenza alla relativa direttiva europea, in particolare ai requisiti di sicurezza ivi indicati.

#### *Impianti*

Gli impianti devono essere realizzati a **regola d'arte**. Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) secondo l'art. 2 della Legge 1° marzo 1968, n. 186.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto, in particolare, devono essere conformi:

- alle prescrizioni delle norme CEI;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o comunque, dell'Azienda locale distributrice dell'energia elettrica.

### 4.3 Interruttori automatici

Il potere di cortocircuito degli interruttori automatici magnetotermici deve essere almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

Nel caso di alimentazione da contatore ENEL si considera un potere di interruzione minimo in funzione della potenza contrattuale:

- a) Contatore con  $P \leq 33$  kW  
6 kA (alimentazione monofase).  
10 kA (alimentazione trifase).
- b) Contatore con  $P > 33$  kW  
6 kA (alimentazione monofase).  
15 kA (alimentazione trifase).

Gli interruttori automatici bipolari possono avere anche un solo polo protetto. Ciò è consentito anche nei circuiti fase-fase, tenuto conto della protezione differenziale, generale o sul singolo circuito.

Gli interruttori automatici onnipolari, conformi alla norma CEI 23-3, assicurano anche il sezionamento del circuito (sistemi TT).

Gli interruttori automatici più utilizzati negli impianti degli edifici civili hanno caratteristica di intervento di tipo C.

Come interruttori differenziali per usi civili si utilizzano in genere interruttori con  $I_{dn} = 30$ mA al fine di garantire anche una protezione addizionale contro i contatti diretti.

Uno stesso interruttore differenziale può proteggere più circuiti; aumentando il numero dei circuiti non si perde in sicurezza, ma in selettività. Occorre quindi trovare un compromesso tra economia e continuità di servizio.

Gli interruttori differenziali con  $I_{dn} = 10$ mA possono essere utilizzati per proteggere la singola presa o il singolo circuito di modesta estensione.

### 4.4 Quadri elettrici

L'uso di quadretti in materiale isolante (autoestinguento) evita il pericolo di contatto indiretto per guasto a terra all'ingresso del quadro.

Si ricorda inoltre che non è necessario collegare a terra il profilato DIN per il fissaggio degli interruttori, posto all'interno del quadro.

In alternativa il quadro può essere metallico; ma allora occorre un interruttore differenziale a monte, oppure un doppio isolamento fino ai morsetti del primo interruttore differenziale installato sul quadro.

Se i circuiti sono monofase, la corrente nominale del quadro non supera 32A e l'involucro è conforme alla norma CEI 23-49, la norma CEI 23-51 non richiede alcun calcolo o verifica particolare; in pratica è sufficiente targare il quadro. La targa, posta anche dietro una copertura mobile, deve riportare il nome o marchio del costruttore, il tipo o altro mezzo di identificazione, tensione e corrente nominali.

Negli altri casi (circuiti monofasi superiori a 32A o trifasi) fino a 125A, occorre effettuare la valutazione analitica della temperatura nel quadro (norma CEI 23-51).

#### 4.5 Tipi di cavi per energia

Per la realizzazione degli impianti i tipi di cavi più utilizzati e consentiti dalle norme CEI 20-40, CEI 20-20, CEI 20-35, CEI 20-22, CEI 20-13, CEI 20-14 sono:

*All'interno (se posato in strutture non combustibili. Ed es. sottotraccia, annegate nel massetto o in tubazioni/canaline metalliche >IP4X)*

- FS17 cavo unipolare isolato in PVC
- FG16OR16 0,6/1kV cavo multipolare isolato in gomma con guaina in PVC

*All'interno (se posate diversamente dal punto precedente)*

- FG17 cavo unipolare LSZH isolato in PVC a bassa emissione di gas e fumi tossici
- FG16OM16 0,6/1kV cavo multipolare LSZH isolato in gomma con guaina in PVC a bassa emissione di gas e fumi tossici

*All'esterno dell'edificio*

- FG16OR16 0,6/1V cavo multipolare isolato in gomma con guaina in PVC

*Colori distintivi*

Come noto, si deve utilizzare il bicolore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu chiaro per il conduttore di neutro. La norma non richiede colori particolari per i conduttori di fase.

Per i circuiti SELV (Bassissima Tensione di Sicurezza) è bene utilizzare cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

#### 4.6 Tubi protettivi e canali

I tubi, flessibili o rigidi, in materiale isolante per posa sotto pavimento devono essere del tipo pesante; i tubi di tipo leggero possono essere utilizzati sotto traccia, a parete od a soffitto.

### TUBO FLESSIBILE (CEI 23-14)

Tipo Pesante

Colore nero: sigla "P"

Tipo Leggero

Colore grigio (RAL 7035): sigla "L"

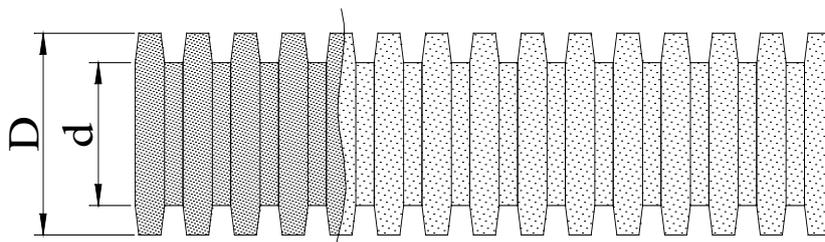


Figura 1 – Tipi e dimensioni dei tubi protettivi flessibili in PVC.

In genere il colore del tubo flessibile pesante è nero, ma la norma ammette qualsiasi colore ad eccezione del giallo, arancio, rosso e grigio.

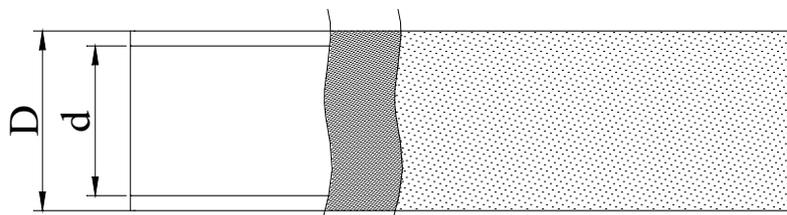
### TUBO RIGIDO (CEI 23-8)

Tipo Pesante

Colore nero e grigio: sigla "P"

Tipo Leggero

Colore grigio (RAL 7035): sigla "L"



TIPO								
L e P	D (mm) grandezza	16	20	25	32	40	50	63
	d (mm)	10,7	14,1	18,3	24,3	31,2	39,6	50,6

Figura 2 – Tipi e dimensioni dei tubi protettivi rigidi in PVC.

Il colore grigio del tubo pesante deve essere ovviamente diverso dal grigio RAL 7035 riservato al tubo leggero. La norma ammette qualsiasi colore ad eccezione del giallo, arancio, rosso e grigio.

TIPO								
L e P	D (mm) grandezza	16	20	25	32	40	50	63
	d (mm)	10,7	14,1	18,3	24,3	31,2	39,6	50,6

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.  
 Nei canali la sezione occupata dai cavi non deve superare il 50% della sezione del canale stesso.

### Costipamento tubazioni e canali

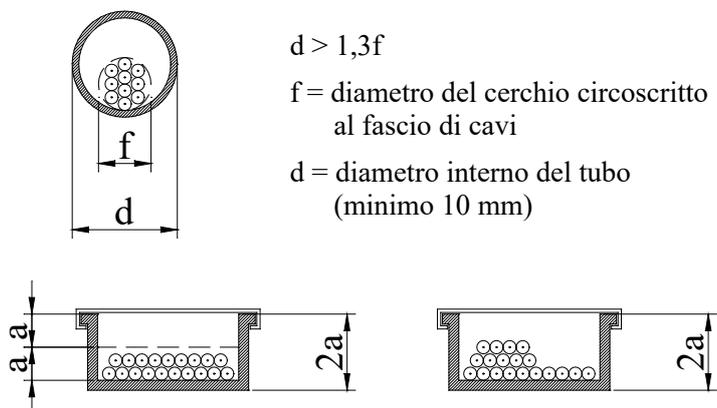


Figura 3 – Costipamento di tubazioni e canali.

*Il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi. La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà della sezione del canale.*

I canali devono essere conformi alla norma CEI 23-32 (montanti) ed alla norma CEI 23-19 (battiscopa). Un tubo protettivo viene designato con il diametro esterno (grandezza). Il tubo deve avere in ogni caso il diametro interno di almeno 10mm che corrisponde ad un diametro esterno di 14mm. Poiché la variante V1 del 1982 alla norma CEI 23-14 non prevede più questo diametro, occorre utilizzare tubi con diametro esterno di almeno 16mm. In ogni caso è consigliabile utilizzare tubi protettivi di grandezza minima 20mm, anche in previsione di eventuali modifiche o aggiunte.

Si riportano di seguito le tabelle indicanti la grandezza minima che devono avere i tubi protettivi, rispettivamente flessibili e rigidi, in relazione alla sezione e al numero di cavi.

<b>DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI</b>							
<b>IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI (<math>U_0/U = 450/750 V</math>)</b>							
Cavi		SEZIONE (mm <sup>2</sup> )					
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10	
Cavo unipolare PVC (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	
	2	16	20	20	25	32	
	3	16	20	25	32	32	
	4	20	20	25	32	32	
	5	20	25	25	32	40	
	6	20	25	32	32	40	
	7	20	25	32	32	40	
	8	25	32	32	40	50	
	9	25	32	32	40	50	
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	20	25	25	32	40
		2	32	40	50	50	63
		3	40	50	50	63	---
	Tripolare	1	20	25	25	32	40
		2	40	40	50	63	63
		3	40	50	50	63	---
	Quadripolare	1	25	25	32	32	50
		2	40	50	50	63	---
		3	50	50	63	---	---

<b>DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI FLESSIBILI IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI (U<sub>0</sub>/U = 0,6/1 kV)</b>							
Cavi		SEZIONE (mm <sup>2</sup> )					
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10	
Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina)	1	25	25	25	25	32	
	2	40	40	50	50	50	
	3	50	50	50	63	63	
	4	50	50	63	63	---	
	5	63	63	63	63	---	
	6	63	63	63	---	---	
	7	63	63	63	---	---	
	8	---	---	---	---	---	
	9	---	---	---	---	---	
Cavo Multipolare PVC o gomma	Bipolare	1	25	32	32	32	40
		2	50	50	63	63	---
		3	63	63	63	---	---
	Tripolare	1	25	32	32	32	40
		2	50	50	63	63	---
		3	63	63	63	---	---
	Quadripolare	1	32	32	32	40	40
		2	50	63	63	---	---
		3	63	63	---	---	---

<b>DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI RIGIDI IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI (U<sub>0</sub>/U = 450/750 V)</b>							
Cavi		SEZIONE (mm <sup>2</sup> )					
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10	
Cavo unipolare PVC (senza guaina)	1	16	16	16	16	16	
	2	16	16	16	20	25	
	3	16	16	20	25	32	
	4	16	20	20	25	32	
	5	20	20	20	25	32	
	6	20	20	25	32	40	
	7	20	20	25	32	40	
	8	25	25	32	40	50	
	9	25	25	32	40	50	
Cavo Multipolare PVC	Bipolare	1	16	20	20	25	32
		2	32	40	40	50	---
		3	40	40	50	50	---
	Tripolare	1	16	20	20	25	40
		2	32	40	40	50	---
		3	40	50	50	---	---
	Quadripolare	1	20	20	25	32	40
		2	40	40	50	50	---
		3	40	50	50	---	---

<b>DIAMETRO ESTERNO DEI TUBI PROTETTIVI RIGIDI</b>		<b>IN RELAZIONE ALLA SEZIONE E AL NUMERO DI CAVI (<math>U_0/U = 0,6/1</math> kV)</b>					
Cavi		SEZIONE (mm <sup>2</sup> )					
TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10	
Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina)	1	20	20	20	25	50	
	2	40	40	40	40	50	
	3	40	50	50	50	---	
	4	50	50	50	50	---	
	5	50	50	---	---	---	
	6	---	---	---	---	---	
	7	---	---	---	---	---	
	8	---	---	---	---	---	
	9	---	---	---	---	---	
Cavo Multipolare PVC o gomma	Bipolare	1	25	25	25	32	32
		2	40	50	50	---	---
		3	50	50	---	---	---
	Tripolare	1	25	25	25	32	32
		2	50	50	50	---	---
		3	50	50	---	---	---
	Quadripolare	1	25	25	32	32	40
		2	50	50	---	---	---
		3	---	---	---	---	---

#### 4.7 Cassette

I coperchi delle cassette devono essere "saldamente fissati".

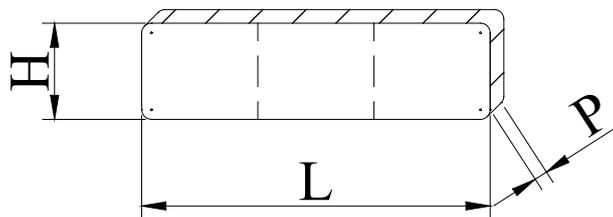
Sono preferibili le cassette con coperchio fissato con viti, mentre sono sconsigliabili i coperchi ancorati con graffette.

È buona norma che giunzioni e cavi posti all'interno delle cassette non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

In tabella si indicano per ogni cassetta il numero massimo dei tubi attestabili, in relazione alla grandezza dei tubi stessi.

È inoltre consigliabile attestare le tubazioni in modo da evitare eccessivi intrecci di cavi.

DIMENSIONI INTERNE (LxHxP) in mm	PREDISPOSIZIONE NUMERO SCOMPARTI	GRANDEZZA DEL TUBO (mm)						
		φ16	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50	φ63
90x90x45	1	7	4	3	---	---	---	---
120x100x50	1	10	6	4	---	---	---	---
120x100x70	1	14	9	6	---	---	---	---
150x100x70	1	18	12	8	4	4	2	---
160x130x70	1	20	12	8	6	4	2	---
200x150x70	2	24	16	10	6	4	4	---
300x150x70	3	---	24	16	10	6	5	2
390x150x70	4	---	---	20	12	8	6	3
480x160x70	3	---	---	24	16	10	6	4
520x200x80	3	---	---	---	---	12	8	6



La tabella è stata ricavata nell'ipotesi che le tubazioni attestate alle cassette contengano il numero massimo di cavi ammessi e che il volume occupato dalle giunzioni e dai cavi non superi il 50 % del volume interno della cassetta.

#### 4.8 Apparecchi di comando

Nei circuiti bipolari (fase-fase o fase-neutro) gli interruttori di comando, ad esempio per il circuito luce, possono essere unipolari, ma sui circuiti fase-neutro devono essere inseriti sul conduttore di fase.

Gli interruttori di comando, i deviatori e gli invertitori per i punti luce sono da 10 A; gli interruttori per le prese comandate devono avere la stessa corrente nominale della presa.

#### 4.9 Posa delle condutture

Per conduttura si intende l'insieme dei conduttori elettrici e degli elementi che assicurano l'isolamento, il supporto, il fissaggio e l'eventuale protezione meccanica.

I tubi protettivi, le cassette e le scatole per l'impianto di energia, per impianti telefonici, segnali TV, segnalazione (SELV) vanno tenute distinte fra loro (solo se i conduttori di un circuito SELV hanno lo stesso isolamento dei conduttori dell'impianto di energia, possono essere posati nella stessa tubazione).

Si raccomanda di non installare prese di energia appartenenti a circuiti diversi nella medesima scatola.

I tubi protettivi installati nella parete devono avere percorso orizzontale, verticale o parallelo allo spigolo della parete. Nel pavimento e nel soffitto il percorso può essere qualsiasi.

Il raggio di curvatura dei tubi deve essere tale da non danneggiare i cavi. Si considera adeguato un raggio di curvatura pari a circa tre volte il diametro esterno del tubo; il che permette anche di infilare più facilmente i cavi.

Le condutture non devono sconfinare in altre unità immobiliari.

Le condutture elettriche non devono essere installate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi e vapori, a meno che non siano protette dagli eventuali effetti dannosi.

Quando gli apparecchi utilizzatori, ad esempio gli apparecchi di illuminazione, non siano stati installati, l'estremità dei conduttori deve essere protetta contro i contatti diretti, ad esempio mediante nastratura.

#### 4.10 Connessioni

Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con o senza vite) aventi grado di protezione IPXXB; non sono quindi considerate giunzioni e/o derivazioni quelle eseguite con attorcigliamento e nastratura.

Il grado di protezione IPXXB indica che le parti attive, cioè le parti in tensione nel servizio ordinario incluso il neutro, non sono accessibili al dito di prova.

È ammesso l'entra-esca sui morsetti, ad esempio di una presa per alimentare un'altra presa, purché esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare.

Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei conduttori e lasciare parti conduttrici scoperte.

I dispositivi di connessione devono essere ubicati nelle cassette; non sono ammessi nei tubi e sono fortemente sconsigliati nelle scatole porta-apparecchi.

## **5 CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI PARTICOLARI**

### **5.1 Scuola di ogni ordine**

I locali facenti parte dell'edificio in oggetto, poiché presentano particolari attività per cui aumentano il pericolo in caso di incendio, sono da considerarsi luoghi **A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER ELEVATA DENSITÀ DI AFFOLLAMENTO O PER L'ELEVATO TEMPO DI SFOLLAMENTO.**

Agli impianti elettrici nei luoghi sopra indicati, si applicano le indicazioni contenute nella norma CEI 64-8, ed in particolare quelle contenute nella sezione 751 della presente normativa.

Nel capitolo seguente vengono riportate le caratteristiche degli impianti elettrici.

## **6 DESCRIZIONE LAVORI**

### **6.1 Generalità**

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

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Tutti gli apparecchi dovranno riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

### **6.2 Distribuzione**

La distribuzione all'interno dei locali è esistente e verrà implementata attraverso l'utilizzo di:

1. posa di tubazioni/canalizzazioni rigide in PVC per gli stacchi dai cavidotti esistenti inerenti agli impianti elettrici;
2. posa di eventuali tubazioni corrugate in PVC poste all'interno dei controsoffitti, delle pareti in cartongesso o sotto traccia.

I conduttori saranno costituiti da cavi con isolamento in gomma e guaina in PVC tipo FG16OR16 e FS17 (per quanto riguarda l'impianto elettrico sottotraccia o all'esterno dell'edificio), tipo FG16OM16 e FG17 (per quanto riguarda l'impianto elettrico del tipo a vista).

### **6.3 Illuminazione**

#### **6.3.1 Illuminazione ordinaria**

L'illuminazione sarà ottenuta mediante apparecchi di illuminazione a plafone o a parete del tipo con lampade a LED. Gli apparecchi saranno alimentati mediante linea contenuta in tubazione/canalizzazione in PVC.

L'accensione degli apparecchi illuminanti interni sarà realizzata mediante interruttori, pulsanti manuali e sensori di presenza dislocati nei vari locali (vedere dettaglio in relazione illustrativa).

L'accensione degli apparecchi illuminanti esterni sarà realizzata mediante orologio settimanale/giornaliero o crepuscolare (dotato di relativa sonda esterna) installati nei quadri elettrici esistenti e non oggetto di intervento.

Il grado di protezione degli apparecchi da esterno dovrà essere almeno pari a IP65.

Per l'esatto posizionamento si rimanda alla tavola grafica allegata.

#### **6.3.2 Illuminazione di emergenza**

L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante l'utilizzo di alcuni apparecchi di illuminazione ordinaria dotati di kit con batteria tampone per il funzionamento in emergenza in assenza di alimentazione ordinaria.

L'alimentazione dovrà essere automatica ad interruzione breve (0,5s).

Il dispositivo di carica degli accumulatori deve essere di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

L'autonomia di alimentazione dell'illuminazione di sicurezza dovrà essere pari ad almeno 1 ora.

Per l'esatto posizionamento si rimanda alla tavola grafica allegata.

## **7 DOCUMENTAZIONE DI FINE LAVORI**

L'installatore, all'atto del collaudo dell'impianto, deve fornire una autocertificazione dell'impianto, secondo quanto previsto dall'art. 5 del decreto 37/08, completa degli allegati obbligatori sotto elencati:

- progetto;
- relazione con tipologia dei materiali;
- schema dell'impianto;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali.

La relazione con tipologia dei materiali deve specificare i componenti dotati di marchio IMQ.

A cura dell'impresa installatrice, la dichiarazione di conformità dovrà riportare in allegato la documentazione di progetto come modificata in corso d'opera. Nel caso di modifiche tecnicamente rilevanti, tale documentazione dovrà essere debitamente firmata e timbrata a cura di un professionista iscritto agli albi professionali ai sensi del decreto 37/08.

Il fornitore dovrà produrre una documentazione completa che illustri il tipo, le misure d'ingombro, la capacità nominale, la struttura, il nome del costruttore, le fotografie e/o i dépliant di tutte le apparecchiature.

La rispondenza alle normative di prodotto dei componenti dovrà essere documentata sui manuali allegati alle apparecchiature e visibile sui contenitori dei dispositivi.

Per quanto riguarda apparecchiature diverse da quelle specificate, il fornitore dovrà dimostrare che tali apparecchiature sostitutive sono uguali oppure superiori quanto a caratteristiche, funzioni, prestazioni e qualità, rispetto alle apparecchiature prescritte.

Tutte le apparecchiature ed i materiali dovranno essere nuovi e mai utilizzati. Ogni scheda delle apparecchiature fornite dovrà essere marcata dal fornitore in maniera non manomettibile con le date di produzione e/o collaudo. Tutti i componenti ed i sistemi dovranno essere progettati per un funzionamento continuato, senza produzione di calore o peggioramenti nel funzionamento o nelle prestazioni. Tutte le apparecchiature, i materiali, gli accessori, i dispositivi e gli altri componenti inclusi in questa specifica o scritti sui disegni allegati e sui manuali dei costruttori, dovranno essere forniti da un singolo fabbricante o, se forniti da fabbricanti diversi, dovranno essere riconosciuti come compatibili da entrambi i fabbricanti.

## **8 DENUNCIA IMPIANTO DI TERRA**

La legge 462/01 impone al datore di lavoro la denuncia dell'impianto di terra all'INAIL e alla ASL o ARPA o, se presente allo sportello unico per le attività produttive, entro 30 giorni dall'inizio dell'attività.

L'impianto di terra dovrà poi essere verificato a cadenza biennale a cura della ASL o di un ente notificato dal Ministero delle Attività Produttive ai sensi del D.lgs. 462/01.