

COMMITTENTE:

COMUNE DI TOSCOLANO MADERNO
Provincia di Brescia

SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO DI TOSCOLANO
AMPLIAMENTO E MESSA A NORMA PREVENZIONE INCENDI



P₁ - PROGETTO ESECUTIVO - 1° STRALCIO

Progettista

Studio di Ingegneria Trevisani
Ing. Fabio Trevisani

Via G.B. Cipani, 87 – Gardone Riviera (BS)
Tel./fax 0365-540921 – E-mail trevisan9@trevisanifabio.191.it

Responsabile del procedimento:

Timbro e firma del responsabile:

E						
D						
C						
B						
A						
-	05-2017	prima emissione	C154_P1_EA_r09.doc	PA	PA	FT
	DATA	REVISIONE	NOME FILE	DIS.	CONTR.	APPR.

TITOLO:

Relazione tecnica impianti elettrici e
Schema Quadri elettrici

Timbro e firma del coordinatore:

Ing. Fabio Trevisani

COMMESSA	ELABORATO				
	PRATICA	PARTI	DISC. PROG.	NUMERO	REV.
C154	-	P ₁	EA	r09	-

COMUNE DI TOSCOLANO MADERNO

Provincia di Brescia

RELAZIONE TECNICA PROGETTO

IMPIANTI ELETTRICI DM37/08

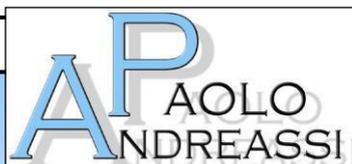
SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

DI TOSCOLANO

AMPLIAMENTO E MESSA A NORMA

PREVENZIONE INCENDI

Gavardo, maggio 2017



AP.3535/032015

Per. Ind. Paolo Andreassi, Via G. Quarena, n. 177 - 25085 – Gavardo - BS
N. 831 Coll. Per. Ind. Prov. di Brescia - NDRPLA49L07D9400 - P.IVA 01616980981
Tel. 0365/34377 - E-MAIL: info@studioandreassi.it

INDICE

1. Opere da realizzare.....	1
2. Normativa di riferimento	3
3. Classificazione dell'ambiente e criteri di progettazione	5
4. Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio	7
5. Messa in opera delle condutture e cassette di derivazione.....	11
6. Prescrizioni per la scelta dei cavi	15
7. Protezioni delle condutture	17
8. Interruttori automatici e differenziali	21
9. Comandi e prese fisse ad uso civile	22
10. Quadro elettrico zona auditorium	23
11. Distribuzione Luce – Forza motrice (Prescrizioni generali).....	25
12. Prescrizioni per la realizzazione dell'impianto di terra	27
13. Protezione scariche atmosferiche	30
14. Esecuzione.....	31
15. Verifiche finali.....	31

1. Opere da realizzare

OGGETTO DEL PROGETTO

La presente relazione tecnica fornisce le indicazioni, i criteri e le scelte progettuali per la realizzazione, nella rispondenza delle norme C.E.I. e delle disposizioni di legge vigenti, degli impianti elettrici relativi agli interventi di ampliamento e messa a norma prevenzione incendi della scuola secondaria di primo grado di Toscolano nel comune di Toscolano Maderno - BS.

DESIGNAZIONE DELLE OPERE

Le opere da eseguire ex – novo secondo le specifiche della presente relazione tecnica sono conseguenza dell'ampliamento dell'ingresso zona auditorium al piano terra e dei lavori edili di adeguamento della struttura alla normativa di prevenzione incendi.

a) Pulsanti di emergenza

A protezione delle linee di alimentazione dell'auditorium, della centrale termica, della palestra e della scuola media verranno installati i rispettivi pulsanti manuali di emergenza in contenitore con vetro frangibile; essi andranno collegati ai rispettivi interruttori di protezione provvisti di bobina di sgancio esistenti nel quadro generale e/o presso il contatore ente distributore. Detti pulsanti per sgancio di emergenza saranno posizionati in prossimità dell'ingresso dei rispettivi ambienti a cui si riferiscono

b) Quadro auditorium.

L'ampliamento dell'ingresso dell'auditorium è di modiche dimensioni, gli impianti di tale zona verranno solo predisposti.

c) Alimentazione prese monofase

Viene prevista l'installazione di alcune biprese da 2x10/16 A e di prese UNEL distribuite perimetralmente con grado di protezione IP40 alimentate da linee a semplice isolamento (N07V-K) posate in tubazione sottotraccia.

d) Impianto di illuminazione

L'illuminazione interna della palestra è costituita da proiettori a joduri metallici JM 400W che dovranno essere smantellati per consentire la posa del nuovo controsoffitto e reinstallati in sospensione.

Anche per l'auditorium si procederà allo smontaggio provvisorio ed al rimontaggio finale dei corpi illuminanti esistenti.

e) Impianto di illuminazione di sicurezza

Nell'auditorium e nella palestra si prevede l'installazione di plafoniere di emergenza, ad integrazione di quelle esistenti, con alimentazione autonoma in grado di fornire un illuminamento di sicurezza non inferiore a 5lux in caso di mancanza di illuminazione ordinaria.

f) Verifica dell'efficienza dell'impianto disperdente e coordinamento per i guasti verso terra

L'impianto di terra è esistente idoneo e comune a tutto l'istituto.

g) Impianto di rilevazione e allarme incendio

L'impianto di allarme incendio è esistente, verrà integrato con l'alimentazione degli impianti di sovrappressione che verranno installati nelle nuove zone filtro.

2. Normativa di riferimento

LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici che costituiscono l'oggetto del presente progetto dovranno essere realizzati a "regola d'arte" come prescritto dalla legge n° 186 del 01-03-1968 e comunque in modo che risulti completamente soddisfatta la conformità a leggi e norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Le principali norme e leggi di riferimento sono:

- DPR 547 del 27 aprile 1955 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- Legge n. 186 del 1° marzo 1968 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed esecuzione di impianti elettrici a regola d'arte
- Legge n. 791 del 18 ottobre 1977 – Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità Europea relativa alla garanzia di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico. In particolare n. 73/23 CEE – direttiva bassa tensione, n. 89/336 CEE – direttiva compatibilità elettromagnetica e 93/68 CEE – direttiva per la marcatura CE
- DPR 384 del 27 aprile 1978 concernente il regolamento di attuazione dell'art. 27 legge n. 118 del 30/03/1971 a favore dei mutilati ed invalidi in materia di barriere architettoniche.
- Legge 818 del 7 dicembre 1984 – Certificati di prevenzione incendio per le attività soggette al controllo dei vigili del fuoco
- D.Lgs 81/8 - D. Lgs 106/9 Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.M. 37 del 22-01-2008 - Norme per la sicurezza degli impianti
- DPR 392 del 18 aprile 1994 – Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento alle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza
- DPR 462 del 22 ottobre 2001 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- C.E.I. 64-8/1-7 (edizione VII) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e 1500V in c.c.
- C.E.I. 81-10 - Protezione dalle sovratensioni di natura atmosferica.
- C.E.I. 20-22 II e 20-35 – Norme generali dei cavi
- C.E.I. 70-1 - Gradi di protezione degli involucri; classificazione
- C.E.I. 17-13/1; C.E.I. 17-13/2; C.E.I. 17-13/3; C.E.I. 17-13/4 – Apparecchiature assiemate per bassa tensione
- Prescrizioni e specifiche dettate dal comando dei Vigili del Fuoco
- Prescrizioni e specifiche dettate dall'ASL e/o dall'INAIL del territorio di competenza

I materiali impiegati dovranno essere muniti del Marchio Italiano di Qualità o idonea relazione di conformità ai requisiti essenziali, e della marcatura CE.

Se proverranno da primarie case estere dovranno rispondere alle Norme del Paese di provenienza e riportare il relativo Marchio e rispettare le direttive della Comunità Europea relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico.

INDIVIDUAZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO E DATI DIMENSIONALI

- Sistema elettrico rispetto al modo di collegamento a terra: TT
- Ente distributore: A2A
- Potenza di dimensionamento progettuale: 35 kW
- Tensione nominale: 380V 3F+N
- Frequenza: 50Hz
- Corrente di corto circuito presunta presso il quadro generale: 6 kA
- I circuiti elettrici dovranno essere protetti dai sovraccarichi e dai cortocircuiti da dispositivi automatici onnipolari con potere di interruzione adeguato alla massima corrente di corto circuito che si può innescare nel punto di installazione.
- I circuiti elettrici dovranno essere protetti dai contatti indiretti con dispositivi automatici differenziali coordinati con l'impianto di terra.
- Per ogni settore saranno realizzati due circuiti distinti: uno per la illuminazione ed uno per la forza motrice.

3. Classificazione dell'ambiente e criteri di progettazione

L'allegato A della norma CEI 64-8 fa proprio il DPR 01 agosto 2011 n.151, elenco delle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco, per definire gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, per densità di affollamento o per capacità di deflusso o di sfollamento.

CLASSIFICAZIONE DELL'AMBIENTE

Il succitato DPR, al punto 67 riporta "Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie e simili per oltre 100 persone presenti" ed al punto 65 "Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti di centri sportivi, palestre con capienza superiore alle 100 persone ovvero di superficie lorda in pianta al chiuso superiore a 200mq".

La scuola in oggetto superando tali limiti dimensionali è da classificare come luogo a maggior rischio in caso di incendio.

L'esecuzione degli impianti elettrici deve rispettare, tra le altre, le seguenti prescrizioni generali:

- al fine di non costituire pericolo d'innescio o propagazione di incendio le condutture ed i relativi dispositivi di protezione devono essere conformi alle prescrizioni della Norma CEI 64-8 quinta edizione;
- le sezioni minime ammesse per i conduttori nei circuiti di energia sono 1.5mmq;
- le apparecchiature e le condutture installate ad un'altezza inferiore a m. 2.5 devono essere protette contro le sollecitazioni meccaniche;

Ed in particolare essendo un luogo a maggior rischio in caso d'incendio:

- le condutture e le apparecchiature elettriche devono essere racchiusi in custodie aventi un grado di protezione non inferiore ad IP 4X;
- nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili;
- le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano, e comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucro oppure dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione;
- deve essere presente un sistema di illuminazione di emergenza per l'illuminazione delle vie di uscita e dei percorsi per raggiungerle, che entra automaticamente in funzione in assenza dell'alimentazione principale;
- deve essere presente un pulsante di emergenza, posizionato in luogo facilmente raggiungibile, atto a porre fuori tensione l'intero impianto elettrico in caso di emergenza;
- negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i

dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

In riferimento alla Norma sopra citate vengono di seguito indicate le scelte progettuali per l'ambiente in oggetto al progetto.

Considerato che l'ambiente è da considerarsi a maggior rischio in caso di incendio per l'elevato numero di persone, nella esecuzione degli impianti elettrici si rispetteranno perciò le prescrizioni particolari previste dalla norma C.E.I. 64-8 con particolare riferimento alla parte 7 sez. 751, ed il grado di protezione minimo per tutti gli impianti sarà IP40.

In tutti gli ambienti gli impianti saranno realizzati con tubazioni in PVC sottotraccia/sottopavimento contenenti conduttori FM9 oppure cavi FG7OM1-1kV.

Per la distribuzione degli impianti saranno utilizzati cavi non propaganti l'incendio in conformità con la norma C.E.I. 20-22 terza edizione, C.E.I. 20-35 e C.E.I. 20-45; saranno rispettate le portate dei cavi e le tarature dei loro organi di protezione in rapporto al sovraccarico ed al cortocircuito.

La protezione contro i contatti indiretti sarà assoluta attraverso: posa di dispositivi differenziali, costruzione di un impianto di terra con valore coordinato con la massima taratura differenziale degli interruttori ed inoltre, effettuando la connessione a terra di tutte le parti metalliche delle apparecchiature elettriche di classe I.

Inoltre la fase progettuale e di conseguenza la fase esecutiva deve tener in particolare evidenza l'aspetto funzionale, proponendo quelle soluzioni impiantistiche che garantiscono una sicura rispondenza degli impianti alle più esigenti condizioni di servizio e di sicurezza quali:

- continuità dell'alimentazione elettrica;
- minimizzazione dei disservizi ottenuta con la settorializzazione della distribuzione ed una rigida selettività delle protezioni;
- sicurezza antinfortunistica e antincendio ottenuta con l'impiego delle più moderne tecniche di protezione contro i contatti diretti ed indiretti e di materiali con idonei gradi di protezione in funzione delle varie classi di pericolosità degli ambienti.

4. Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio

Le seguenti misure vanno adottate in tutti i gruppi di ambienti considerati a maggior rischio in caso d'incendio:

- a. i componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare;
- b. nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili. I condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione;
- c. negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo;
- d. tutti i componenti elettrici devono rispettare le prescrizioni contenute nella sezione 422 sia in funzionamento ordinario dell'impianto sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione. Questo può essere ottenuto mediante un'adeguata costruzione dei componenti dell'impianto o mediante misure di protezione aggiuntive da prendere durante l'installazione. Inoltre i componenti elettrici applicati in vista (a parete o a soffitto) per i quali non esistono le Norme relative, devono essere di materiale resistente alle prove previste nella tabella riportata nel Commento della Sezione 422, assumendo per la prova al filo incandescente 650°C anziché 550 °C;
- e. gli apparecchi d'illuminazione devono inoltre essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se gli stessi ultimi sono combustibili, ed in particolare per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere:
 - fino a 100w: 0,5m;
 - da 100 a 300w: 0,8m;
 - da 300 a 500w: 1m.

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

I dispositivi di illuminazione della temperatura in accordo con 424.1.1 del Capitolo 42 devono essere provvisti di ripristino solo manuale.

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

- f. è vietato l'uso dei conduttori PEN (schema TN - C); la prescrizione non è valida per le condutture che transitano soltanto;
- g. le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro: involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che

- costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione;
- h. i conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari (vedere 521.5);
- i. le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito o il), i2), i3):
- i1)
- condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
 - condutture realizzate mediante cavi in tubi protettivi e canali metallici, con gradi di protezione almeno IP4X; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o canali stessi se idonei allo scopo;
 - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma C.E.I. 20-39);
- i2)
- condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
 - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma C.E.I. 20-39);
 - condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- i3)
- condutture diverse da quelle in i1) e i2), realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
 - condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuna di esse;
 - condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri non metallici, chiusi con grado di protezione almeno IP4X e di materiale resistente alle prove previste nella tabella riportata nel commento alla sezione 422, qualora non oggetto di relative Norme e installati in vista (non incassati), assumendo per la prova al filo incandescente 850 °C anziché 650 °C;
 - binari elettrificati e condotti sbarre;
- j. le condutture che attraversano questi luoghi, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno, devono soddisfare le seguenti condizioni:
- non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che: le connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco come definita nelle relative norme di prodotto, per esempio soddisfino le prescrizioni per scatole da parete in accordo con la Norma IEC 670.

Le condutture che alimentano o attraversano codesti luoghi devono essere protette contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti fra l'origine dei circuiti e gli stessi luoghi. Le condutture che hanno origine in tali luoghi devono essere protette contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti mediante dispositivi di protezione contro le sovracorrenti posti all'origine dei relativi circuiti.

Devono essere osservate inoltre le prescrizioni seguenti:

j1)

- a per la protezione delle condutture di cui in i1) e i2) sono sufficienti le prescrizioni generali del Capitolo 43 e della Sezione 473;

j2)

- i circuiti terminali, singoli o raggruppati, ad esclusione dei circuiti di sicurezza, facenti parte di condutture di cui in i3), devono essere protetti, se non racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, oltre che con le protezioni generali del Capitolo 43 in uno dei modi seguenti:
- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300mA anche ad intervento ritardato.

Quando i guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto con clementi a pellicola riscaldante, la corrente differenziale nominale deve essere inferiore 30 mA;

- Nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico ed acustico invece di provocare l'apertura del circuito;

Adeguate istruzioni devono essere date affinché, in caso di primo guasto, sia effettuata l'apertura manuale il più presto possibile.

- k. per le condutture di cui in i2) e i3) la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi seguenti:

k1)

utilizzando cavi non propaganti la fiamma in conformità con la Norma C.E.I. 20-35 quando:

- sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 25mm nei tratti che seguono lo stesso percorso; oppure
- i cavi sono installati in tubi protettivi o canali con grado di protezione almeno IP4X;

k2)

utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" in conformità con la Norma C.E.I. 20-22; peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma C.E.I. 20-22, per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in k3);

k3)

adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato in 3.7.03 della Norma C.E.I. 11-17;

- l. devono essere previste barriere taglia-fiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere taglia-

fiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate (art. 527.2).

Si ricorda però che non è necessario otturare l'interno dei tubi protettivi che sono conformi alle prove di resistenza alla propagazione della fiamma ed hanno un diametro interno non superiore a 30mm e grado di protezione almeno IP33, incluse le estremità se entranti in ambienti chiusi (C.E.I. 64-8/5 art. 529.2.4).

Le prescrizioni aggiuntive per ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio o per l'elevato danno ad animali e cose, si trovano nella norma C.E.I. 64-8 art. 751.04.2.

5. Messa in opera delle condutture e cassette di derivazione

Una conduttura è costituita dall'insieme di uno o più conduttori elettrici e dai componenti che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, la loro protezione meccanica, individuata da:

- tipo di posa
- tipo di cavo
- ubicazione.

La compatibilità tra tipo di posa di conduttori e cavi viene indicata dalle Norme CEI 64-8 sezione 5; per quanto concerne l'ubicazione, l'articolo 5.21.3 e la relativa tabella 52c della Norma C.E.I. 64-8 prevedono le seguenti possibilità:

- sottotraccia (incassata)
- montaggio a vista
- interrata
- aerea
- immersa

Negli impianti in oggetto, si prevedrà la posa dei cavi e conduttori isolati entro:

- tubazioni in PVC rigido serie pesante posati a vista sia per la distribuzione di forza motrice e di illuminazione nella centrale termica;
- tubazioni in PVC sottotraccia o sottopavimento in tutti i locali;
- tubazioni tipo TAZ in sospensione dal soffitto per l'alimentazione della caldaia nella centrale termica;
- tubazioni in PVC interrate per l'alimentazione del quadro generale dal punto di consegna ASM e per parti di impianto esterne.

Il tubo rigido in PVC sarà della serie pesante a bassissima emissione di alogeni e resistente alla prova del filo incandescente a 850 °C, con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme C.E.I. 23-8 e provvisto di marchio italiano di qualità.

Potrà essere impiegato per la posa in vista (a parete, a soffitto, ecc.) utilizzando le raccorderie quali giunti e curve previste dal costruttore in modo da mantenere il grado di protezione e i rapporti di riempimento delle tubazioni uguali in ogni parte dell'impianto.

Nella posa in vista la distanza tra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore ad 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimenti sopraelevati, e in cunicoli o analoghi luoghi protetti).

Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante viti e tasselli ad espansione. I tasselli dovranno essere scelti tra quelli che meglio si adattano al tipo di muro ed alla sua conformazione. L'ingresso e l'uscita dei tubi dalle cassette dovrà essere sempre eseguito per mezzo di appositi raccordi a tenuta stagna.

Per gli impianti da realizzare sottotraccia, i tubi protettivi da impiegare devono essere in materiale termoplastico, serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento.

Sarà conforme alle norme C.E.I. 23-14 e alle tabelle CEI-UNEL 37121/70 (serie pesante) in materiale autoestinguento, provvisto di marchio italiano di qualità.

Sarà impiegato esclusivamente per la posa sottotraccia a parete od a soffitto curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 20 mm di intonaco oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich.

I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo).

Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme C.E.I. 23.25.

Il tracciato dei tubi protettivi deve avere un andamento rettilineo orizzontale o verticale.

Nel caso di andamento orizzontale deve essere prevista una minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa.

Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

La tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria e ad ogni deviazione della linea principale e secondaria.

I tubi protettivi dei montanti e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante.

È ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette solo quando i montanti alimentano lo stesso complesso di locali e risultino contrassegnati per la loro individuazione e quando all'inizio del montante vi è una idonea protezione contro i contatti indiretti e contro le sovracorrenti.

Il canale portacavi sarà in lamiera di acciaio protetta con zincatura a fuoco.

I fianchi dovranno avere un'altezza non inferiore a mm 50 e sarà dotata di coperchio fissato a scatto. Si prevede inoltre la posa di un setto separatore per consentire la posa di impianti con tensioni di esercizio diverse.

Il grado di protezione minimo ammesso sarà IP40.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, giunzioni ecc dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da evitare tagli e piegature che possono danneggiare l'isolamento dei cavi e consentire il mantenimento del grado di protezione stabilito dal progetto.

In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo.

In particolare nei percorsi verticali i cavi saranno fissati con apposite legature in materiale isolante.

Diametro esterno (mm)	Diametro interno (mm)	Sezione dei conduttori (mm ²)						
		(1)	1.5	2.5	4	6	10	16
16	10.7	(4)	4	2				
20	14.1	(9)	7	4	4	2		
25	18.3	(12)	9	7	7	4	2	
32	24.3			12	9	7	7	3

Nota: i numeri tra parentesi riguardano i cavi dei circuiti di comando e di segnalazione

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

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

- a) un agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori;
- b) un diametro nominale interno del tubo maggiore almeno di 1.4 volte il diametro del fascio di cavi che in esso dovranno essere posati.

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

Le giunzioni e le derivazioni dovranno essere eseguite solamente entro cassette e con morsetti aventi sezione adeguata alla dimensione dei cavi ed alle correnti transitanti.

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

I fasci di conduttori o di cavi che fanno capo ad una cassetta o ad una morsettiera dovranno essere sistemati con legature a mazzette od a pettine.

Le cassette di distribuzione e di derivazione nonché le scatole porta interruttori e prese dovranno essere allineate su un reticolo di linee orizzontali e verticali.

Il risultato di questa soluzione è che il percorso dei tubi porta conduttori sarà perfettamente verticale ed orizzontale, non ammettendosi percorsi obliqui.

Le condutture dovranno avere caratteristiche tali da non costituire cause di innesco o di propagazione dell'incendio, oppure presentare cause che agevolino il cedimento dell'isolante facilitando il pericolo di contatti accidentali; quindi si dovranno prevedere protezioni contro gli urti per cavi installati fino all'altezza di m 2.5.

Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette a cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse e/o circuiti di servizi diversi.

In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso eseguirle nelle scatole di contenimento di prese, interruttori ecc. oppure entro gli apparecchi illuminanti o nelle tubazioni.

Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato.

Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica.

Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con sigle indicanti i circuiti in esse transitanti.

Le sigle dovranno essere poste sulla superficie interna del coperchio di ciascuna cassetta solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate.

Per le altre, le sigle dovranno essere poste sulla superficie esterna.

Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi dovranno riportare le sigle di tutti gli impianti.

Le cassette di derivazione da incasso saranno in polistirolo antiurto, e dotate di coperchio in PVC autoestinguente fissato a filo muro con viti rese impredibili, realizzate in acciaio inossidabile od in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zinco cromatura ecc.).

Non sono ammesse viti di tipo autofilettante; saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali.

Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi o dal fondo delle cassette; l'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso gli indebolimenti sfondabili previsti dal costruttore senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti, pertanto il numero delle tubazioni entranti od uscenti da ciascuna cassetta non dovrà essere superiore a quello degli indebolimenti stessi.

Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm; le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi e dovranno essere opportunamente protette in modo da non essere riempite durante la fase di intonacatura delle pareti: tutte le parti di malta eventualmente entrate dovranno essere asportate con cura prima dell'infilaggio dei conduttori.

Le **cassette di derivazione da esterno** in PVC 850°C IP 44/55 saranno in materiale isolante a base di PVC autoestinguente resistenti alla prova del filo incandescente a 850°C.

6. Prescrizioni per la scelta dei cavi

La scelta dei conduttori deve essere effettuata in base alle caratteristiche di posa, al tipo di ambiente in cui sono installati, al carico da alimentare.

I cavi elettrici utilizzati nei sistemi di Prima categoria debbono avere tensioni:

- U_0/U non inferiori a 450/750 V (simbolo designazione 07) dove:
- U_0 = Tensione nominale verso terra.
- U = Tensione nominale.

Per i cavi utilizzati nei circuiti di comando e di segnalazione le tensioni U_0 non debbono essere inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05).

Questi ultimi se posati nello stesso tubo, condotto a canale con cavi previsti con tensione nominale superiore devono essere adatti alla tensione nominale maggiore. Tutti i cavi impiegati nell'impianto elettrico del presente progetto dovranno essere del tipo non propaganti l'incendio rispondenti alle norme C.E.I. 20-22 II edizione ed alle tabelle UNEL.

I tipi e le sezioni saranno indicate nei disegni e negli elenchi dei materiali, in difetto di ciò la Ditta Assuntrice dovrà impiegare per i vari tipi di installazione i seguenti cavi:

- per installazione entro tubi PVC protettivi oppure in canale in ferro, conduttori tipo:

FM9;

- per installazione interrata oppure a vista e ad altezza maggiore di 2,50m., cavi tipo:

FG7(O)M-1kV

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti dovranno essere contraddistinte dalle colorazioni previste dalle vigenti Tabelle di Unificazione C.E.I. - UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare i conduttori di neutro e di protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con i colori blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Tutti i conduttori saranno di rame e le sezioni, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi del 4% della tensione a vuoto), dovranno essere scelte tra quelle unificate.

In ogni caso, non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente indicate, per i diversi tipi di conduttori, delle Tabelle di Unificazione C.E.I. - UNEL 35024-70 valide per le portate in regime permanente di cavi in aria, tenuto conto degli opportuni coefficienti di temperatura e di tipo di posa.

L'installazione iniziale consentirà la possibilità di ragionevoli incrementi futuri dei carichi, che nel presente progetto è valutata al minimo del 20%.

Indipendentemente dai valori ricavati, con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse saranno:

- 2.5mm² per i conduttori di potenza alimentanti le prese fisse ed utilizzatori con potenza unitaria fino a 3.3kW.
- 1.5mm² per tutti gli altri conduttori degli impianti di illuminazione e derivazioni per prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria non superiore a 2.2kW.

- 0.5mm^2 per i conduttori degli impianti di segnalazione e telecomando.

La sezione minima dei conduttori di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

Per conduttori polifasi con sezione superiore a 16mm^2 , la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei corrispondenti conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16mm^2 (per conduttori in rame).

Anche la sezione dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non dovrà essere inferiore a quella scelta per i corrispondenti conduttori di neutro.

7. Protezioni delle condutture

PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

Vengono richiamate nei paragrafi seguenti le principali prescrizioni indicate nella norma C.E.I. 64-8/4, seguite e applicate in ogni singola scelta progettuale del presente lavoro.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Si definisce Contatto Diretto il contatto di persone con parti attive (es. la mano che tocca un morsetto in tensione).

La norma C.E.I. 64-8 prescrive al riguardo vari metodi di protezione; in particolare per la realizzazione del presente impianto si sono adottate le misure che forniscono una protezione totale contro i contatti diretti ovvero protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere. Di seguito vengono riprese le prescrizioni dei capitoli 411.1 412.1, 412.2 della norma sopra richiamata:

Metodo di protezione combinata contro i contatti diretti ed indiretti mediante bassissima tensione di sicurezza (SELV):

la tensione nominale non deve superare i 50V, valore efficace in c.a. e 120V in c.c. non ondulata; la sorgente può essere costituita da un trasformatore di sicurezza rispondente alle prescrizioni della norma CE 16-4 o da una sorgente che presenti un grado di sicurezza analogo.

Le parti attive devono essere separate le une dalle altre e da qualsiasi altro circuito mediante condutture a doppio isolamento ed inoltre non vanno collegate a terra. Le masse non sono collegate a terra, a conduttori di protezione, a masse di altri circuiti o a masse estranee (tranne quando la natura dei componenti dell'impianto lo richieda).

Metodo di protezione mediante isolamento delle parti attive:

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

Metodo di Protezione mediante involucri o barriere:

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare un grado di protezione minimo IPXXB (il dito di prova del diametro di 12mm non può toccare parti in tensione); si possono tuttavia avere aperture più grandi per permettere la sostituzione di alcune parti dell'impianto come nel caso di portalampade e porta-fusibili in accordo con le prescrizioni delle relative norme.

Le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD (il filo di prova del diametro di 1 mm non può toccare parti in tensione).

Quando sia necessario togliere barriere, aprire involucri o togliere parti di involucri ciò deve essere possibile solo mediante chiave o attrezzo. Nel caso dei quadri, in particolare, l'alimentazione deve poter essere ripristinata solo dopo avere chiuso le porte degli stessi (o in alternativa ci deve essere una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IPXXB).

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Si definisce contatto indiretto il contatto di persone con una massa che si trova in tensione a causa di un guasto.

Il metodo di protezione prescritto è ad interruzione automatica dell'alimentazione; un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito in modo che, in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare effetti fisiologici dannosi ad una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore a 50V valore efficace in c.a. o 120V in c.c. non ondulata. Le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra.

Le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra. In ogni edificio, devono essere collegati al collettore (o nodo) principale di terra:

- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- il conduttore di terra
- tubi alimentanti servizi dell'edificio, per es. acqua, e gas
- parti strutturali metalliche dell'edificio e canalizzazioni di riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria
- le armature principali del cemento armato, dove possibile

La resistenza di terra deve essere coordinata con i dispositivi di protezione; nel caso in questione (sistema TT) deve essere soddisfatta la relazione:

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

dove:

- R_a è la somma delle resistenze, misurate in ohm, del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse;
- I_a è l'intensità di corrente, in ampere, che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro un tempo di 0,4 secondi.

Quando, come nel caso in oggetto, il dispositivo di protezione è un differenziale, I_a è la corrente differenziale nominale I_{DN} .

Per ragioni di selettività, nei circuiti di distribuzione è ammesso l'utilizzo di interruttori differenziali di tipo S (selettivi) con un tempo di interruzione non superiore a 1sec. in serie con dispositivi a corrente I_{DN} di tipo generale, ma con tempo di intervento inferiore a 0,4sec.

Infine è possibile la protezione mediante componenti aventi isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di classe II). Per questi componenti è vietato il collegamento all'impianto di terra (il segno grafico corrispondente deve essere ben visibile ).

MODALITA' DI PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Sono previsti dispositivi di protezione che interrompano le possibili correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente

circondante le condutture. Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione devono rispondere alle seguenti due condizioni:

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

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = portata in regime permanente della conduttura

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Nota: Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale I_n è la corrente di regolazione impostata I_r .

Quando lo stesso dispositivo di protezione protegge diversi conduttori in parallelo, si assume per I_z la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione tuttavia che i conduttori siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali.

La rilevazione delle sovracorrenti è prevista per tutti i conduttori di fase.

Nei sistemi TN e TT non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro quando la sezione dello stesso è uguale o equivalente a quella delle fasi. Quando la sezione del neutro è inferiore a quella delle fasi, è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti nel neutro e tale rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro.

L'eventuale conduttore PEN non deve mai essere interrotto.

Non è necessario rilevare le sovracorrenti sul neutro se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore di portata di questo conduttore.

MODALITA' DI PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

Sono previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori, nelle connessioni e nelle apparecchiature.

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti (interruttori automatici con sganciatori magnetici, fusibili di tipo gG o aM) sono scelti in modo da soddisfare le due seguenti condizioni:

- il potere di interruzione del dispositivo non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta di installazione:

$$I_{cc} < p.d.i.$$

È ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione minore al valore della I_{cc} nel punto di applicazione (filiazione o protezione di backup purché a monte sia installato un interruttore con valore di I_{cc} adeguato e l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore a monte possa essere sopportata dall'interruttore a valle.

- le correnti provocate da un cortocircuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile

La formula approssimata (a favore della sicurezza) che deve essere verificata ai fini del soddisfacimento delle condizioni di cui sopra è la seguente:

$$I^2t < K^2S^2 (A^2s)$$

dove:

I^2t = energia specifica passante lasciata passare dal dispositivo di protezione (dato rilevabile dalle caratteristiche di intervento fornite dal costruttore)

K^2S^2 = energia specifica dissipata in calore dal conduttore ovvero sopportabile dal cavo;

S = sezione del conduttore in mm^2

K = costante dipendente dal materiale conduttore e dal tipo di isolante:

- 115 per cavi in rame isolati in PVC;
- 135 per cavi in rame isolati in gomma naturale e butilica;
- 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato.

8. Interruttori automatici e differenziali

Gli interruttori da installare sui quadri bt avranno portata e potere di interruzione o chiusura adeguati e saranno dotati di relè magnetici e termici a taratura fissa su ogni conduttore attivo.

Gli interruttori differenziali saranno del tipo ad alta sensibilità (max. 0.5A) ed avranno relè magnetici e termici.

La portata non sarà inferiore al 130% del carico previsto ma la portata nominale dell'interruttore dovrà essere inferiore a circa il 20% della portata nominale della linea in uscita da esso.

Il potere di interruzione non sarà inferiore a quello valutabile nel punto di installazione in relazione al sistema di distribuzione.

Saranno del tipo a scatto rapido, simultaneo su tutti i poli con manovra indipendente dalla posizione della leva di comando e sezioneranno tutti i conduttori attivi compreso il neutro.

Se in un quadro o una linea vi sono due o più interruttori differenziali in cascata è obbligatorio la selettività; cioè la caratteristica di non funzionamento tempo-corrente del dispositivo posto a monte si deve trovare al di sopra della caratteristica di interruzione tempo-corrente dell'organo di protezione posto a valle così come pure la corrente differenziale nominale del dispositivo posto a monte deve essere adeguatamente superiore a quella del dispositivo posto a valle.

9. Comandi e prese fisse ad uso civile

Gli apparecchi di comando (interruttori, deviatori ecc.) da installare saranno del tipo ad un modulo con fissaggio a scatto sulla apposita sottoplastra in materiale isolante.

I contatti dovranno garantire una portata nominale di 16A a 250 V.

I morsetti dovranno consentire di cablare conduttori con sezione fino a 2.5mm² dotati di piastrina con viti a taglio combinato con doppia sede onde consentire eventuali cavallotti tra diversi interruttori.

Nelle interruzioni di linee fino a 10 A si dovrà aver cura di sezionare sempre i conduttori di fase e mai di neutro.

Le prese a spina da 10 a 16 A saranno del tipo con le parti attive protette da tegoli in materiale isolante che impediscano il contatto anche volontario con le parti in tensione.

Saranno provviste di polo centrale di terra per la connessione del conduttore di protezione.

I contatti ed i morsetti saranno dello stesso tipo sopra descritto per gli apparecchi di comando.

Nei locali di servizio e nelle aule negli uffici detti organi di protezione verranno dotati di placche di finitura di colorazione e tipologia a scelta della committenza.

10. Quadro elettrico zona auditorium

Il quadro auditorium è esistente, collocato nella zona palco; è del tipo ad armadio a pavimento ed è realizzato con una intelaiatura in profilati di acciaio e pannelli in lamiera di acciaio ribordata e completo di porta trasparente apribile con chiave. Con sportello chiuso presenta un grado di protezione IP40 mentre è IP20 quando è aperto.

La struttura del quadro è tale da consentire l'agevole smaltimento del calore prodotto dalle apparecchiature e dalle condutture in esso contenute.

In prossimità del quadro non è posato nessun materiale onde garantire un facile accesso alle apparecchiature di comando e di protezione.

Gli impianti di illuminazione e forza motrice dell'ampliamento verranno alimentati dagli interruttori già presenti nel quadro come riserva. Verranno inoltre integrati gli interruttori per l'alimentazione degli impianti di trattamento aria UTA della sala, del riscaldamento della zona ingresso e di sovrappressione dei locali filtro.

Il cablaggio dovrà essere eseguito in modo ordinato e scrupoloso secondo le **Norme CEI 17 - 13/1** per le ANS (apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione).

Gli schemi unifilari del quadro con le indicazioni delle caratteristiche degli apparecchi da installare sono allegati alla presente relazione

Nei quadri le apparecchiature dovranno essere fissate alla intelaiatura interna, mentre sul pannello anteriore dovranno essere previste le feritoie adatte al passaggio delle manovre frontali.

La disposizione delle apparecchiature sui pannelli dovrà essere fatta in modo che il fronte del pannello stesso risulti ordinato e sia immediato il reperimento dei vari comandi e delle posizioni di Aperto o Chiuso degli interruttori.

Sia gli apparecchi montati sui fronti, sia quelli montati all'interno saranno contrassegnati da targhette indicatrici in modo che sarà sempre individuabile a quale elemento di circuito si riferiscono.

Ogni linea sarà contrassegnata applicando apposite targhe riportanti:

- il servizio (Luce, FM, segnalazione ecc.);
- la tensione del sistema di appartenenza;
- il numero distintivo della linea riferito allo schema unifilare.

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

A questo scopo potranno essere impiegate manovre frontali del sezionatore che impediscano l'apertura del pannello a sezionatore chiuso oppure l'impiego di involucri o barriere con grado di protezione > **IP2X**.

Tutte le derivazioni per collegare le apparecchiature presenti nel quadro potranno essere eseguite con le apposite sbarre in rame a pettine correttamente dimensionate oppure impiegando dei conduttori isolanti flessibili non propaganti l'incendio solidamente ancorati alla struttura del quadro mediante percorsi in canaletta autoestinguente a marchio di qualità e correttamente dimensionati rispetto ai morsetti

delle apparecchiature da collegare ed impiegando le apposite morsettiere in modo che ad ogni morsetto si attesti un solo conduttore (ad esempio morsetti Cembre). Dette morsettiere dovranno portare le indicazioni (numerazione) necessarie per contraddistinguere il circuito di appartenenza di ogni conduttore.

Anche le sezioni di questi conduttori dovranno essere largamente dimensionate rispetto alle correnti transitanti.

Su ogni carpenteria dovranno essere indicati:

- il nome del costruttore;
- riferimento a normative seguite per la costruzione;
- tipologia di quadro;
- n. di matricola e anno di installazione;
- frequenza, tensione nominale e d'isolamento;
- tensione ausiliaria;
- corrente di c.to - c.to max.;
- grado di protezione;
- condizioni di servizio e sistema di collegamento a terra.

Alla consegna degli impianti la Ditta esecutrice dei lavori dovrà corredare il quadro con una copia aggiornata degli schemi (posta in apposita tasca interna), sia dei circuiti principali che di quelli ausiliari.

Su tale copia dovranno comparire tutte le stesse indicazioni (sigle, marcature, ecc.) che sono riportate sul quadro. Per quanto possibile tutte le apparecchiature installate nei quadri dovranno essere prodotte dalla stessa casa costruttrice.

11. Distribuzione Luce – Forza motrice (Prescrizioni generali)

In questo capitolo si richiamano i criteri tecnici e normativi essenziali per la realizzazione della rete di distribuzione luce e forza motrice relativa alle linee uscenti dal quadro generale bt sino ai singoli utilizzatori.

I carichi saranno frazionati in modo che la potenza dei singoli circuiti e sulle apparecchiature di comando e protezione non vengano superati i valori di seguito specificati:

- 1200 VA per le linee alimentanti punti luce e per i quali si assume un fattore di contemporaneità uguale ad 1;
- 2000 VA per i circuiti alimentanti prese 2*10/16 A+T per le quali si assume la potenza di 400 VA per ogni presa e fattore di contemporaneità uguale ad 1;
- la portata delle condutture sarà poi verificata affinché la caduta di tensione massima in fondo alla linea non sia maggiore del 3% del valore nominale a vuoto;
- nessuna derivazione dovrà superare una potenza di 2.5kW;
- le prese di portata superiore a 16 A dovranno essere del tipo interbloccate con interruttore;
- per superfici superiori a 100 mq gli apparecchi destinati all'illuminazione normale, dovranno essere distribuiti col minimo di due circuiti.

Tutti i corpi illuminanti devono essere collocati fuori dalla portata di mano del pubblico ed installati in modo da non poter essere danneggiati da azioni meccaniche ed urti (altezza non inferiore a m 2.5 dal pavimento).

Essi dovranno essere di materiale non infiammabile (Norma C.E.I. 34-21 seconda edizione art. 13.3) ed adeguatamente collegati a terra.

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà realizzato ad integrazione di quello esistente, nel rispetto della norma C.E.I. 64-8 sezione 752.56.5 che vuole sia garantito un illuminamento minimo non inferiore a 5 lux ad un metro da terra presso le vie di uscita e lungo il percorso per raggiungerle.

Esso sarà costituito da apparecchi di illuminazione autonomi provvisti di batteria di accumulatori con le relative apparecchiature di carica e di protezione e verranno posti ad un'altezza non inferiore a m. 2.5.

Detti apparecchi di illuminazione autonomi verranno collegati rigidamente ai singoli circuiti di illuminazione principale ed in assenza di tensione in questi ultimi garantiscono una immediata illuminazione di sicurezza per un tempo superiore ad un'ora.

È vietato proteggere contro i sovraccarichi i circuiti di sicurezza (**C.E.I. 64-8**) comunque il sovraccarico non può eccedere i valori di 4-5 volte la corrente di impiego I_b (Norme **C.E.I. 23-3 e 64-8**).

Ne consegue che si possono usare interruttori automatici magnetici purché soddisfino le seguenti condizioni:

- abbiano il corretto potere di interruzione;

- siano in grado di interrompere la corrente di corto circuito minima che si può verificare in coda alla linea;
- limitino l'integrale di Joule a valori sopportabili dal cavo;
- non intervengano per correnti inferiori a 4-5 volte il valore I_b .

Al fine di garantire l'efficienza dell'illuminazione di sicurezza, si dovrà predisporre un piano di controllo e manutenzione programmato che consiste nella scarica periodica, e nell'immediata ricarica, delle batterie tampone presenti in ogni apparecchio predisposto per il servizio di emergenza; considerata la classificazione degli ambienti questa operazione deve avere cadenza mensile.

12. Prescrizioni per la realizzazione dell'impianto di terra

IMPIANTO DI TERRA

È l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali destinati a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento. La scelta ed installazione dei materiali deve garantire il raggiungimento del valore di resistenza in accordo con le esigenze di protezione dell'impianto ed inoltre deve garantire che l'efficienza dell'impianto si mantenga nel tempo.

DISPERSORI

I materiali consentiti sono il rame, l'acciaio rivestito di rame, materiali ferrosi zincati. Le dimensioni del dispersore devono essere tali da assicurarne la durata prevista. Nel caso di picchetti profilati o corde di rame nude le dimensioni minime ammesse sono le seguenti:

- conduttore cordato in rame di sezione 35mm²;
- picchetto in profilato di rame o di acciaio zincato a caldo con misure: 50x50x5mm.

Sono comunque ammesse quali elementi del dispersore conduttori posti nello scavo di fondazione, ferri delle armature in calcestruzzo incorporati nel terreno, strutture metalliche interrato (adatte allo scopo), purché le connessioni siano effettuate con saldatura stagnata necessaria per evitare possibili effetti corrosivi causati da correnti galvaniche e/o elettrolitiche.

CONDUTTORE DI TERRA

Il conduttore di terra collega i dispersori tra loro e questi al collettore di terra; essi devono avere un percorso breve e non devono essere sottoposti a sforzi meccanici e nemmeno essere soggetti al pericolo di corrosione e di logoramento meccanico. La sezione minima ammessa per i conduttori di rame è pari a quella del conduttore di fase di sezione più elevata (vedi indicazioni suggerite dalla tabella X della norma 64-8) con un minimo di:

- 16 mm² se protetti contro la corrosione e non meccanicamente;
- 25 mm² se non protetti contro la corrosione.

Sul conduttore di terra, in posizione accessibile, deve essere previsto un dispositivo di apertura per permettere le verifiche. Tale dispositivo può essere combinato con il collettore di terra. Il dispositivo di apertura deve essere manovrabile solo con attrezzo.

COLLETORE DI TERRA

Il collettore di terra è costituito da un morsetto o più comunemente da una sbarra di rame. Al collettore di terra devono essere collegati il conduttore di terra, i conduttori di protezione e i collegamenti equipotenziali principali. In uno stesso impianto possono essere usati due o più collettori di terra.

DESCRIZIONE IMPIANTO

Trattandosi di utilizzatori con consegna in bt (sistema distribuzione TT) la protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante interruzione dell'alimentazione tramite interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra secondo la relazione:

$$R \leq 50/I$$

dove:

50 V = Massimo valore della tensione che può manifestarsi nell'impianto di terra quando viene chiamato a disperdere la corrente in caso di guasto;

I = Corrente di intervento entro 0.4 secondi del dispositivo di protezione.

Dalla formula di cui sopra si ricava che la resistenza potrà essere al massimo di:

$$R \leq 50 / 0,5 = 100,00 \text{ Ohm}$$

Se come organo di protezione si considera un interruttore differenziale da 0.5 A la resistenza di terra può essere di 100 Ω ; valore facilmente ottenibile.

L'impianto di terra è esistente e comune a tutto l'edificio scolastico.

Presso il nuovo quadro piano secondo si predisporrà quindi una barra di rame alla quale si atterrerà il conduttore di rame nudo da 35mm². Tale barra costituirà il nodo collettore di terra e da esso partirà il conduttore di protezione di tutto l'impianto (in rame isolato di bicolore giallo-verde) che seguirà tutte le linee di distribuzione e ad esso andranno collegati tutti gli utilizzatori, le armature metalliche dei punti luce, i poli di terra delle prese fisse nonché le eventuali masse metalliche (canale portacavi ecc). Inoltre il nuovo impianto di terra andrà connesso all'impianto di terra esistente attestando la corda nuda da 35mmq al nodo collettore del quadro generale dell'intero edificio scolastico.

Il collettore principale di terra costituirà il punto di prova e di verifica del valore della resistenza dell'impianto di terra stesso.

CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Collega ciascuna massa dell'impianto al collettore di terra.

Dove non espressamente descritto, il conduttore di protezione PE dovrà avere le sezioni minime seguenti:

- $S_{PE} = S_{FASI}$ se: $S_{FASI} \leq 16\text{mm}^2$
- $S_{PE} = 16\text{mm}^2$ se: $16\text{mm}^2 \leq S_{FASI} \leq 35\text{mm}^2$
- $S_{PE} = S_{FASI}/2$ se: $S_{FASI} \geq 35\text{mm}^2$

COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI PRINCIPALI

Le tubazioni di acqua, gas, altre tubazioni entranti nel fabbricato, ed altre eventuali masse estranee devono essere collegate all' impianto di terra.

I conduttori devono avere sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm². Non è richiesto tuttavia che la sezione superi i 25mm² se il conduttore è di rame.

COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI SUPPLEMENTARI

Negli ambienti a maggior rischio elettrico (es. locali contenenti vasche da bagno o docce) è necessario realizzare collegamenti equipotenziali supplementari tra le masse e le masse estranee.

La sezione di un conduttore che colleghi una massa con una massa estranea non deve essere inferiore alla metà del corrispondente PE, con un minimo di $2,5\text{mm}^2$ se è prevista una protezione meccanica altrimenti 4mm^2 .

NOTA: Le tubazioni metalliche (es. tubi acqua) è sufficiente che vengano collegate una sola volta all'ingresso nel locale considerato.

13. Protezione scariche atmosferiche

Non si conoscono ad oggi dispositivi o metodi per i quali sia stata scientificamente accertata la capacità di impedire la formazione del fulmine o di prevenire la fulminazione di una struttura. Anche gli impianti di protezione contro i fulmini trattati nella norma CEI 81-1 non possono evitare la formazione di fulmine.

Occorre tenere presente che, nei limiti di una spesa giustificata dai benefici conseguenti, nessun provvedimento può garantire la sicurezza assoluta.

Parimenti un sistema di protezione, progettato ed installato secondo la norma sopra citata non può assicurare una protezione assoluta alla struttura, alle persone ed alle cose; tuttavia l'applicazione della CEI 81-1 ridurrà significativamente il rischio di danno provocato dal fulmine alle strutture, anche se non può evitare che in circostanze eccezionali possano comunque verificarsi danni a persone o cose.

14. Esecuzione

La ditta incaricata dei lavori dovrà possedere i requisiti tecnico professionali come indicato dall'art. 3 del DPR n. 392 del 18 aprile 1994 ed attenersi alle seguenti disposizioni:

- seguire scrupolosamente le disposizioni di progetto, segnalando la possibilità di effettuare modifiche che andranno preventivamente valutate ed eventualmente approvate dal progettista;
- eseguire i lavori a regola d'arte ovvero attenersi alle norme C.E.I. ed alle disposizioni di legge vigenti.
- tutelare il personale dai pericoli connessi con la natura dell'energia elettrica adottando tutte le precauzioni possibili ed applicando le disposizioni di legge vigenti.

15. Verifiche finali

Ad impianti ultimati e prima della loro messa in servizio si provvederà ad eseguire le verifiche di collaudo previste dalla Norma **C.E.I. 64-8 parte sesta**, in particolare: le verifiche, tramite esame a vista e prove strumentali, dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme C.E.I. ed a tutto quanto espresso nelle prescrizioni della presente relazione tecnica tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti che nella loro installazione.

Le verifiche che potranno essere richieste all'installatore sono:

COLLAUDI TECNICI E PROVE STRUMENTALI

Quadri e apparecchiature:

- prova di isolamento, prima della messa in esercizio;
- prova di funzionamento di tutte le apparecchiature e degli automatismi in cantiere.

Protezioni:

- verifica delle tarature delle protezioni e del loro corretto coordinamento in rapporto ai sovraccarichi ed ai cortocircuiti;
- verifica dell'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi differenziali.

Sicurezza:

- verifica della inaccessibilità delle parti sotto tensione;
- verifica della separazione dei circuiti (in particolare per i SELV presenti).

Conduttori:

- prova di polarità;
- verifica dei percorsi, della sfilabilità, del coefficiente di riempimento, delle portate e delle cadute di tensione;

- prova della resistenza di isolamento dei vari circuiti costituenti l'impianto elettrico: fase/fase, fase/neutro e fase /terra.
- prova di continuità dei conduttori di protezione.
- prova di continuità dei conduttori equipotenziali.

Terre:

- verifica del valore e dell'efficienza dell'impianto.

CONTROLLI A VISTA

Tra i controlli a vista saranno effettuati i controlli relativi a:

- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- connessioni e collegamenti dei conduttori;
- apposizione dei contrassegni di identificazione;
- rispondenza degli organi di sezionamento e protezione e delle sezioni dei conduttori con il progetto;
- controllo completezza schemi;
- misura di distanze;
- verifica della funzionalità dell'impianto;
- verifica della funzionalità dei circuiti di segnalazione;
- verifica del regolare funzionamento di eventuali contatti e/o pulsanti per segnalazione e allarme

DOCUMENTAZIONI TECNICHE

Le documentazioni tecniche che la ditta esecutrice dei lavori dovrà consegnare al committente correttamente compilate e complete di tutti i dati significativi sono:

- certificazione e caratteristiche dei materiali installati con eventuali indicazioni del corretto uso e manutenzione;
- schemi planimetrici degli impianti realizzati e schemi unifilari dei quadri;
- dichiarazione di conformità, dell'impianto di terra con accompagnatoria da trasmettere all'ufficio dell'INAIL ed all'ATS di competenza per territorio;
- dichiarazione di conformità alla regola d'arte degli impianti realizzati;
- copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico professionali.

Si ricorda infine che devono essere rese disponibili, per le persone che eseguissero successive verifiche (ispettori ATS, INAIL, ...) le documentazioni di progetto compresi tutti gli allegati e la dichiarazione di conformità dell'impianto.

La sicurezza di un impianto elettrico è subordinata all'esecuzione periodica di controlli che accertino l'integrità dei componenti e delle protezioni; tra le principali verifiche periodiche ricordiamo quelle più comuni negli ambienti di tipo ordinario:

- esame a vista della integrità di tutti i componenti: in particolare delle tubazioni, dei quadri, delle prese;
- verifica della eventuale presenza di agenti esterni quali ad esempio infiltrazioni di acqua o polveri, eventuali roditori;
- verifica periodica delle protezioni differenziali; in particolare l'esercente dell'impianto, almeno una volta al mese, deve testare l'efficienza dei differenziali premendo l'apposito tasto di prova;

- verifica periodica dell'impianto di illuminazione di sicurezza;
- verifica della continuità dei conduttori di protezione, dell'integrità dei collegamenti equipotenziali e dei conduttori di protezione;
- verifica della efficienza degli eventuali mezzi antincendio presenti;

Il presente progetto fa riferimento agli impianti descritti individuati dagli schemi e planimetrie allegate, alla data attuale (riportata nell'intestazione). Ogni successiva modifica o manutenzione dovrà essere eseguita da professionisti abilitati che documenteranno le variazioni apportate rilasciando le necessarie documentazioni.

In Fede

Gavardo, maggio 2017