

*ing. Marina Ivano  
Corso Garibaldi, 42/C  
87050 Piane Crati  
Tel. 0984 422789*

**Studio Professionale**

**COMUNE DI  
FAGNANO CASTELLO  
(Provincia di Cosenza)**

**Committente**

***PROGRAMMA STRAORDINARIO STRALCIO DI  
INTERVENTI AL PATRIMONIO SCOLASTICO -  
DELIBERA CIPE N. 32 DEL 2010 -  
“ELIMINAZIONE VULNERABILITÀ EDIFICI  
SCOLASTICI DEGLI ELEMENTI ANCHE NON  
STRUTTURALI”***

***LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA EDIFICIO  
SCOLASTICO COMPRENDENTE SCUOLA  
MEDIA DI 1° GRADO E LICEO CLASSICO  
STATALE***

**PROGETTO  
ESECUTIVO**

**Impianto Elettrico: Relazione Tecnica**

**Tav. n. 5**

**ing. Marina Ivano**

## INDICE

<b>1. Premessa.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Descrizione dei luoghi e destinazione d’uso dei locali.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Impianto elettrico .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Struttura dell’impianto.....</b>	<b>3</b>
<b>5. Linee di alimentazione .....</b>	<b>3</b>
<b>6. Caratteristiche dei materiali impiegati .....</b>	<b>6</b>
<b>7. Quadri elettrici .....</b>	<b>7</b>
<b>8. Tubazione.....</b>	<b>9</b>
<b>9. Collegamento alle macchine (per la centrale termica).....</b>	<b>9</b>
<b>10. Conduttori.....</b>	<b>10</b>
<b>11. Apparecchi di comando .....</b>	<b>11</b>
<b>12. Prese di servizio .....</b>	<b>11</b>
<b>13. Prese computer .....</b>	<b>11</b>
<b>14. Impianto di illuminazione interno .....</b>	<b>11</b>
<b>15. Impianto di illuminazione esterno .....</b>	<b>12</b>
<b>16. Impianto illuminazione di emergenza .....</b>	<b>12</b>
<b>17. Impianto di messa a terra generale .....</b>	<b>12</b>
<b>18. Equalizzazione del potenziale.....</b>	<b>14</b>
<b>NORME ADOTTATE .....</b>	<b>15</b>

## **1. Premessa**

La sottoscritta ing. Marina Ivano ha ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Fagnano Castello (CS) l'incarico per l'integrazione della progettazione definitiva e la progettazione esecutiva relativa ai lavori di **Messa in Sicurezza dell'Edificio Scolastico Comprensivo (Scuola Media e Liceo Ginnasio)**.

Tra l'altro l'intervento comprende il **Sezionamento dell'impianto elettrico tra Scuola Media e Liceo Ginnasio**. Sarà pertanto necessario modificare il quadro elettrico generale per la distribuzione ai sottoquadri e alle utenze comune alle due scuole, installare/modificare due Quadri Elettrici di zona per la distribuzione separata tra Scuola Media e Liceo Ginnasio, adeguare gli impianti e tutte le apparecchiature occorrenti per rendere in autonoma efficienza e sicurezza le parti dell'edificio, compreso l'apertura e la chiusura tracce, le tubazioni e i cavi.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono essere conformi alla normativa generale (disposizioni legislative italiane) e tecnica di settore vigente alla data di presentazione del presente progetto, oltre che alle disposizioni impartite da enti e autorità locali (VV.FF.; Enel o in generale l'azienda distributrice dell'energia elettrica; l'ente che gestisce il servizio telefonico/dati).

L'energia elettrica è prelevata dalla rete di distribuzione pubblica.

La potenza impegnata è calcolata sulla base dei dati forniti .

Gli impianti a servizio della scuola media e del Liceo-Ginnasio saranno resi tra loro separati e indipendenti, ma rimarranno alimentati, per scelta dell'ufficio tecnico comunale, da un unico misuratore dell'ente gestore del servizio.

L'intervento, nell'ottica dell'ottimizzazione dei costi, prevede il riutilizzo di parte dei componenti attualmente presenti ed idonei, con l'utilizzo di nuovi componenti solo nel caso degli ampliamenti o delle sostituzioni. Per questo motivo, l'intervento sulle linee di alimentazione, una volta effettuata la loro verifica, sarà mirato non soltanto alla sostituzione delle cablature (dove queste risultano inadeguate) ma soprattutto ad una ridistribuzione delle fasi che allo stato attuale appaiono alquanto sbilanciate.

## **2. Descrizione dei luoghi e destinazione d'uso dei locali**

Le due scuole sono alloggiare all'interno di un edificio con struttura portante in c.a., strutturato su 3 livelli (seminterrato- piano terra – piano primo). Ciascuna delle due scuole ha accessi separati. A servizio di ambedue le scuole sarà realizzato un impianto ascensore. Le due scuole

saranno separate con parete in muratura REI 120 e collegate con porta tagliafuoco.

### **3. Impianto elettrico**

L'impianto elettrico sarà alimentato direttamente dalla rete di distribuzione del Gestore del servizio dell'energia elettrica. Il misuratore sarà alloggiato all'esterno, sulla via comunale, in posizione facilmente raggiungibile dal personale ENEL, in apposito contenitore, chiuso a chiave, opportunamente riparato dagli agenti atmosferici e dagli atti vandalici.

Le principali utenze elettriche "tipo" considerate per il dimensionamento dell'impianto sono:

1. prese di forza (alimentazione monofase), presenti nelle aule didattiche, in quelle direzionali, nei corridoi, nei locali igienici;
2. prese di forza (alimentazione monofase) per alimentazione dei computer del laboratorio informatico, con circuito dedicato, separato da quello delle prese generiche;
3. prese di forza (alimentazione monofase e trifase con neutro), per alimentare i macchinari del laboratorio artigiano;
4. illuminazione (alimentazione monofase), presente in tutti i locali e anche all'esterno, realizzata con apparecchi adatti all'ambiente di installazione;
5. centrale termica funzionante a gas metano con alimentazione trifase per pompe e accessori;
6. ascensore con alimentazione trifase.

### **4. Struttura dell'impianto**

L'impianto di ciascuna scuola è strutturato su più linee di alimentazione e distribuzione per i diversi ambienti in cui può considerarsi suddivisa la scuola. Le linee sono separate per prese di forza, prese laboratorio informatico, laboratorio artigiano ed illuminazione. Le linee partono tutte dai rispettivi quadri di zona posti in prossimità degli ingressi delle due scuole.

Dal quadro generale, posto in prossimità dell'ingresso principale della scuola media, alimentato con linea tetra polare direttamente dal misuratore si dipartono tutte le linee dell'impianto che alimentano i due quadri di zona e tutte le utenze comuni cui sono dedicate.

### **5. Linee di alimentazione**

Per il dimensionamento delle singole linee di alimentazione si è tenuto conto del carico circuitale previsto, applicando appositi coefficienti riduttivi di contemporaneità.

Si sono formate le seguenti linee facenti capo al quadro generale e ai rispettivi quadri di zona e

sottoquadri:

<b>SCUOLA MEDIA</b> <b>SCHEMA DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE QUADRO GENERALE</b>			
<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>N x SEZ.</b> <b>[n x mmq]</b>	<b>INTERRUTTORE</b>
-	Interruttore Generale	4x10,0	Magnetotermico 4p 100A 10,0KA 400V
-	Alimentazione Quadro S. Media	4x6,0	Magn. Diff. 50A 4p 400V 10,0KA 0,03A
-	Alimentazione Quadro Liceo	4x6,0	Magn. Diff. 50A 4p 400V 10,0KA 0,03A
-	Autoclave	4x4,0	Magn. Diff. 32A 4p 400V 10,0KA 0,03A
-	Ascensore	4x6,0	Magn. Diff. 32A 4p 400V 10,0KA 0,03A
-	Centrale Termica	4x4,0	Magn. Diff. 32A 4p 400V 10,0KA 0,03A
L1	Citofono	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Centralino Telefoico	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Impianto TVCC	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Luce Garage	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Prese Garage	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Luce esterna	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A

<b>SCUOLA MEDIA</b> <b>SCHEMA DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE QUADRO DI ZONA</b>			
<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>N x SEZ.</b> <b>[n x mmq]</b>	<b>INTERRUTTORE</b>
-	Generale di Quadro.	4x6,0	Magnetotermico 50A 4p 400V 10,0KA
-	Generale luce interna	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
-	Alim. Quadro labor. Artistico	4x4,0	Magn. Diff. 32A 4p 400V 10,0KA 0,03A
-	Alim. Quadro labor. Inform. P.T.	4x4,0	Magn. Diff. 32A 4p 400V 10,0KA 0,03A
-	Alim. Quadro labor. Inform. P. I	4x4,0	Magn. Diff. 32A 4p 400V 10,0KA 0,03A
L1	Luce corridoio e servizi P. T	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Luce aula 1 e labor. scient. P.T.	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Luce corridoio e servizi P. I	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Luce Sala Prof. e Lab. Inform. P. I	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Luce aule 2-3-4-5-6	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Luce di emergenza	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
-	Generale prese	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
L1	Prese corridoio e serv. P. T	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Prese aula 1 e labor. scient. P.T.	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese corridoio e servizi P. I	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese Sala Professori P. I	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Prese aule 2-3 4-5-6	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Rete Dati	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Allarme	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Campana fine ora	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Elettrov. riscaldamento P.T.	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Elettrov. Riscaldamento P. I	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A

<b>SCUOLA MEDIA</b>			
<b>SCHEMA DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE QUADRO LABORATORIO ARTISTICO P. T.</b>			
<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>N x SEZ. [n x mmq]</b>	<b>INTERRUTTORE</b>
-	Generale di Quadro	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
-	Prese Trifase	4x4,0	Magn. Diff. 25A 4p 400V 10,0KA 0,03A
L1	Prese Monofase 1-2-3	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese Monofase 4-5-6	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Prese Monofase 7-8	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A

<b>SCUOLA MEDIA</b>			
<b>SCHEMA DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE QUADRO LABORATORIO INFORMATICO P. T.</b>			
<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>N x SEZ. [n x mmq]</b>	<b>INTERRUTTORE</b>
-	Generale di Quadro.	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
L1	Prese 1-2-3-4	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Prese 5-6-7-8	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese 9-10-11-12	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Prese 13-14-15-16	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Prese 17-18-19-20	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A

<b>SCUOLA MEDIA</b>			
<b>SCHEMA DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE QUADRO LABORATORIO INFORMATICO 1°P.</b>			
<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>N x SEZ. [n x mmq]</b>	<b>INTERRUTTORE</b>
-	Generale di Quadro.	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
L1	Prese 1-2-3-4	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Prese 5-6-7-8	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese 9-10-11-12	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese 13-14-15-16	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Prese 17-18-19-20	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A

<b>LICEO-GINNASIO</b>			
<b>SCHEMA DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE</b>			
<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>N x SEZ. [n x mmq]</b>	<b>INTERRUTTORE</b>
-	Generale di Quadro	4x6,0	Magnetotermico 50A 4p 400V 10,0KA
-	Generale luce interna	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
-	Alim. Quadro labor. Inform. P. I	4x4,0	Magn. Diff. 32A 4p 400V 10,0KA 0,03A
L1	Luce corridoio e servizi P.T.	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Luce aula Video P.T.	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Luce aule 1-2-3 P.T.	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Luce corridoio e servizi P. I	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Luce aule 4	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Luce di emergenza	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
-	Generale prese	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
L1	Prese corridoio e serv. P. T	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Prese aula Video P.T.	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese aule 1-2-3 P. T..	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese corridoio e servizi P. I	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese aula 4 P.I.	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Rete Dati	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Allarme	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Campana fine ora	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Elettrov. riscaldamento P.T.	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Elettrov. Riscaldamento P. I	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Elettrov. Riscaldamento P. II	2x1,5	Magn. Diff. 10A 2p 230V 4,5KA 0,03A

<b>LICEO-GINNASIO</b>			
<b>SCHEMA DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE QUADRO LABORATORIO INFORMATICO 1°P.</b>			
<b>FASE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>N x SEZ. [n x mmq]</b>	<b>INTERRUTTORE</b>
-	Generale di Quadro.	4x4,0	Magnetotermico 32A 4p 400V 10,0KA
L1	Prese 1-2-3-4	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L1	Prese 5-6-7-8	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese 9-10-11-12	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L2	Prese 13-14-15-16	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A
L3	Prese 17-18-19-20	2x2,5	Magn. Diff. 16A 2p 230V 4,5KA 0,03A

## **6. Caratteristiche dei materiali impiegati**

I materiali impiegati per la progettazione degli impianti rispondono alle seguenti caratteristiche:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati risultano adatti all'ambiente ove saranno installati e sono tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive termiche o dovute all'umidità;

- tutti i materiali hanno dimensioni e caratteristiche rispondenti alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore;
- in particolare gli apparecchi ed i materiali per i quali è prevista la concessione del *Marchio Italiano di Qualità* sono muniti del contrassegno *I.M.Q.* che ne attesta la rispondenza alle rispettive normative e sono, comunque, muniti di Marchio di Qualità a livello internazionale.

## 7. Quadri elettrici

I quadri elettrici presenti saranno integrati secondo il sistema a moduli componibili, in materiale plastico e/o metallico, del tipo a celle con interruttori automatici su carrelli singolarmente estraibili (forma 4 secondo CEI 17-13/1). Questa tipologia consente la realizzazione semplice e rapida di quadri elettrici nella soluzione dimensionale desiderata.

I quadri di comando saranno alloggiati in nicchia a parete o in appositi armadi, al riparo dalle intemperie, da urti accidentali ed in posizione non raggiungibile dalle persone non autorizzate. In caso contrario dovranno essere dotati di serratura di sicurezza a chiave.

Il grado di protezione dei quadri sarà non minore di IP40 se alloggiati all'interno di zone non pericolose (quadro generale e quadri di zona 1 e 2 per le posizioni previste dal progetto); IP55 o superiore in caso contrario.

Il quadro generale sarà installato vicino all'ingresso della scuola media e da questo saranno alimentati i quadri di zona.

Il quadro elettrico generale è costituito da un interruttore generale magnetotermico e da interruttori magnetotermici differenziali ad alta sensibilità atti alla protezione delle linee e alla suddivisione dei circuiti.

Dal quadro generale sarà realizzata la distribuzione ai sottoquadri e sarà attuata la protezione contro i contatti indiretti tenuto conto che in qualunque punto dell'impianto deve essere rispettata la condizione  $R_t < 50/I$ .

Dove  $R_t$  è la resistenza di terra espressa in Ohm dell'impianto nelle condizioni più sfavorevoli ed  $I$  il valore in Ampere della corrente di intervento entro 0,4 secondi del dispositivo di protezione.

Praticamente tutti i circuiti dell'impianto elettrico saranno protetti dalle correnti di sovraccarico e di corto circuito con interruttori magnetotermici ed interruttori differenziali. Verranno utilizzati interruttori differenziali nel seguente modo:

1. protezione differenziale a bassa sensibilità con intervento regolabile nel tempo posto a valle del contatore Enel.



2. protezione differenziale di gruppo ad alta sensibilità con intervento istantaneo su tutti i circuiti in partenza dai quadri elettrici derivati.
3. protezione differenziale di gruppo con intervento istantaneo su tutti i circuiti di illuminazione in partenza dai quadri derivati.
4. tratto di linea dal contatore all'interruttore generale a doppio isolamento.

Ciò consente di ottenere oltre che un'ottima protezione contro i contatti indiretti, anche un'ottima selettività d'intervento che esclude quasi totalmente la messa fuori servizio di grosse parti dell'impianto a causa di guasti.

Le caratteristiche dei quadri di alimentazione e delle linee elettriche sono tutti riportati negli allegati schemi unifilari.

Questi quadri conterranno tutti gli interruttori e gli strumenti di misura installati.

Gli apparecchi di intervento saranno dimensionati secondo le seguenti condizioni:

$$I_F < 1.45 \times I_Z$$

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

in cui i termini specificati hanno il seguente significato:

$I_Z$  = corrente di massima portata del conduttore;

$I_N$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;

$I_B$  = corrente di impiego del conduttore.

Gli interruttori magnetotermici, differenziali e magnetotermici-differenziali avranno le seguenti caratteristiche:

- portata 3,0 A – 40,0 A;
- potere di interruzione: 4,5 KA, 10,0 KA;
- intervento automatico segnalato dalla posizione della leva di manovra.

Tutti gli apparecchi saranno modulari e componibili per permettere una comoda centralizzazione delle protezioni ed una facile sostituzione in caso di aumento futuro del carico.

Gli interruttori automatici e differenziali apparterranno alla stessa serie.

Per garantire la sicurezza degli impianti, gli interruttori magnetotermici avranno potere d'interruzione (PI) uguale a 4,5 KA se monofasi, 6,0 KA oppure 10,0 KA se trifasi; gli interruttori magnetotermici differenziali o differenziali puri avranno soglia d'intervento ( $I_d$ ) pari

a 30 mA oppure regolabile in funzione della selettività di intervento.

Tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto e degli utilizzatori normalmente non in tensione, ma che, per difetto di isolamento, potrebbero trovarsi accidentalmente sotto tensione, saranno protette contro le tensioni di contatto mediante messa a terra delle parti metalliche e coordinamento con i dispositivi di protezione, come previsto dalle norme C.E.I. 64.8.

Sui pannelli frontali dei quadri saranno applicate targhette con scritte pantografiche di identificazione dei circuiti a cui si riferiscono le apparecchiature e gli strumenti installati.

Sui quadri saranno applicati i necessari cartelli ammonitori.

## **8. Tubazione**

Il sistema di distribuzione primario, secondario e terminale si avvale di tubazione in PVC sotto traccia, a parete e/o pavimento e/o soffitto oppure interrata.

Nella centrale termica, essendo un luogo con pericolo di esplosione o di incendio, si useranno tubi filettati che garantiscano la protezione contro l'ingresso di polvere (Norma CEI EN 50281-1-2).

La tubazione e i suoi componenti saranno muniti di marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) e sarà completa di: scatole di derivazione in resina termoplastica auto estinguente, coperte isolate con grado di protezione minimo IP40 (IP55 o IP65 se all'esterno, in luogo bagnato o a distanza minore di 1,50 m dalla macchina) equipaggiante con morsetti per la congiunzione dei conduttori; manicotti per il raccordo delle tubazioni, curve, collari, tasselli.

In ogni caso la tubazione in PVC della serie pesante avrà diametro minimo 16 oppure 20 mm.

All'esterno la tubazione sarà prevalentemente interrata, utilizzando tubi in PVC pesante con diametro 100 mm. Sarà interrata a profondità non minore di 60 cm, con riempimento in sabbia, soletta protettiva in conglomerato cementizio e quindi rinterro con materiale proveniente dallo scavo. Saranno realizzati anche pozzetti di linea, in PVC o in cls, da utilizzarsi alle curve e per l'infilaggio nei tratti lunghi.

## **9. Collegamento alle macchine (per la centrale termica).**

L'alimentazione della centrale termica avverrà con un cavo in guaina tipo FROR 450/750V, di sezione appropriata, proveniente direttamente dal quadro generale e connesso al quadro di zona alloggiato nella centrale. A questo, tramite gli appositi interruttori di protezione e sezionamento, sarà connessa direttamente la macchina generatrice di calore. Allo stesso quadro, inoltre, farà

capo anche una presa di servizio da 10/16 A.

Per le tratte fuori traccia soggette a danneggiamento meccanico per un'altezza dal piano di calpestio pari a 2,00 m, i cavi discendenti saranno protetti da tubo di tipo pesante (resistenza alla compressione fino a 1250 N e all'urto fino a 6 J secondo la norma CEI 23-39). Nelle zone dove esiste il pericolo di solo urto prodotto da persone saranno ammessi anche tubi protettivi di tipo medio (resistenza alla compressione fino a 750 N e all'urto fino a 2 J).

## **10. Conduttori**

I cavi sono dimensionati tenendo conto di una temperatura ambiente di 30° C ed una caduta di tensione (per impianto funzionante a pieno carico) contenuta entro il 4% della tensione nominale. Saranno utilizzati:

- Cavi tipo FG70R/4 per distribuzione in tubi o canali interrati (alimentazione locali tecnologici e illuminazione esterna).
- Cavi tipo NO7V-K per distribuzione dai quadri generali ai sottoquadri.

Saranno tutti muniti di marchio IMQ, del tipo autoestinguente e non propagante l'incendio con tensione nominale  $U_0/U$  450/750V con grado di isolamento 3000V.

Nella formazione delle linee di alimentazione si è tenuto conto del carico da sopportare e della tipologia circuitale; si sono formate, pertanto, linee di alimentazione unipolari, bipolari, tripolari e tetrapolari.

Le sezioni sono state scelte in funzione del carico e della tipologia circuitale, secondo i criteri di unificazione e dimensionamento riportati nelle tabelle CEI-UNEL.

In tutti i casi la sezione del conduttore di neutro è stata mantenuta uguale a quella del conduttore di fase, con un minimo di 1,5 mmq, fino a sezione del conduttore di fase di 10,0 mmq.

Saranno utilizzati conduttori con le colorazioni previste nella tabella CEI-UNEL 35752 e, precisamente, l'isolante del conduttore di protezione contro le tensioni di contatto sarà di colore giallo-verde; l'isolante del conduttore neutro sarà di colore blu chiaro; l'isolante del conduttore di fase sarà di colore nero, marrone o grigio.

Conduttori per circuiti con tensione diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a morsettiere e scatole di derivazione separate.

Le giunzioni dei conduttori saranno eseguite con morsetti del tipo con cavo passante (K) e morsetti a cappuccio in resina termoindurente.

## **11. Apparecchi di comando**

Tutti gli apparecchi saranno conformi alle norme CEI 23-9 e contrassegnati dal marchio IMQ. I centri luce saranno comandati direttamente da interruttori sistemati in prossimità dell'ingresso all'ambiente. Saranno sia del tipo con sistema di comando a bilanciere che pulsanti con comando a relè ad accensione per fasi successive, tutti con tensione nominale 230 V c.a..

Gli apparecchi di comando e derivazione previsti, saranno del tipo a frutti modulari montati a scatto su placche di resina termoplastica rettangolari, fissati alle scatole a mezzo viti e saranno ricoperti da mostrina coprifrutto in materiale plastico autoestinguento ed impermeabile con grado di protezione IP40, IP55 o IP65 a secondo del luogo di installazione.

## **12. Prese di servizio**

Saranno installate prese di corrente a spina di tipo complementare conformi alle norme CEI 23-16/VII-1971, bipolari, del tipo bipresa 1P+N+T 10/16A 220V. Saranno garantite dal marchio I.M.Q. e saranno munite di dispositivo di sicurezza mediante alveoli allineanti e totalmente segregati, per cui, le parti in tensione saranno accessibili solo con l'apposita spina che chiude il contatto quando è completamente inserita. Il contatto è garantito dalla pressione delle speciali molle a spirale.

Nella centrale termica e nei servizi igienici si installeranno prese di servizio del tipo 1P+N+T 10/16A protette da custodia con grado di protezione IP55 o IP65.

Il grado di protezione offerto sarà IP55 o IP65 a secondo del tipo o luogo di installazione.

## **13. Prese computer**

Sarà installato un circuito prese con alimentazione separata ed interruttore di protezione e sezionamento dedicato per la sola alimentazione dei computer, alloggiati tutti nell'apposito vano. Le prese saranno del tipo bipasso 1P+N+T 10/16 A e del tipo Schuco (presa tedesca).

## **14. Impianto di illuminazione interno**

Nell'ottica dell'intervento è prevista la conservazione degli apparecchi attualmente esistenti che, per la loro costituzione e lo stato di conservazione ed uso, si presentano conformi alla normativa vigente. L'impiego di nuove apparecchiature è previsto solo nel caso di nuove installazioni o di sostituzione di apparecchi non funzionanti.

L'impianto sarà realizzato con apparecchi di tipo a lampada fluorescente in tutti gli ambienti, con

caratteristiche dei materiali tali da assicurare l'autoestinguenza e la resistenza ad urti accidentali; sarà realizzato mediante plafoniere a soffitto e a parete.

Il grado di protezione sarà normalmente IP40 nei luoghi non pericolosi (aule, ecc.), IP55 o IP65 per gli altri locali (servizi igienici, caldaia, esterno, ecc.).

Nella centrale termica le plafoniere a soffitto e/o a parete, saranno stagne alla polvere e anche antideflagranti. Avranno corpo in poliestere rinforzato con fibra di vetro autoestinguente V2; coppa-diffusore ad iniezione in policarbonato autoestinguente V2; piastra-riflettore in lamiera di acciaio verniciato bianco ad elevato potere riflettente e di robusta costruzione che rimane agganciata al corpo base in fase di manutenzione; guarnizione in poliuretano espanso; elevata resistenza alla corrosione ed ai raggi U.V..

L'impianto d'illuminazione sarà alimentato da più linee facenti capo al quadro generale.

### **15. Impianto di illuminazione esterno**

L'impianto di illuminazione esterno è costituito da una serie di proiettori orientabili con lampada ai ioduri metallici da 70W disposti lungo il perimetro degli edifici sulla parte alta della facciata. La loro alimentazione avviene mediante una linea trifase più neutro comandata e protetta da un apposito interruttore pure trifase. La loro accensione viene comandata mediante un interruttore orario posto nel quadro generale.

Oltre ai proiettori sono presenti anche delle luci ad incandescenza (neon) sugli ingressi e sotto i passaggi (porticati). Queste sono realizzate con plafoniere stagne 2x36W con grado di protezione IP55 o IP65. La loro accensione avviene mediante interruttore diretto posto sempre in prossimità ma all'interno dell'edificio.

### **16. Impianto illuminazione di emergenza**

L'impianto d'illuminazione di emergenza (con alimentazione a corrente continua) sarà realizzato con gruppi autonomi e sarà in grado di fornire un illuminamento medio nelle varie zone pari o superiore a 5 lux. Gli accumulatori sono dimensionati per fornire energia di sicurezza per 120'.

L'intervento automatico luce di sicurezza è previsto in modo selettivo zona per zona. Tutti i riscontri di intervento luce di sicurezza (zona per zona) sono visualizzati sul quadro di piano.

### **17. Impianto di messa a terra generale**

L'impianto di messa a terra sarà conforme alle Norme CEI 64-8, CEI 64-9, CEI 12-15, CEI 8-1.

E' dimensionato in modo che il valore di resistenza di terra non sarà superiore a 20 Ohm e sarà tale che una tensione verso terra superiore a 50 V provocherà l'intervento delle protezioni dell'impianto. Il valore della resistenza di terra sarà coordinata con le caratteristiche degli interruttori differenziali di protezione dell'impianto, in modo che risulti:

$$R_T < \frac{50}{I_d}$$

in cui  $R_T$  è il valore della resistenza di terra e  $I_d$  è il valore della corrente differenziale di intervento dell'apparecchio di protezione non inferiore a 0,03 A.

L'impianto comprenderà:

- il dispersore realizzato con conduttore (treccia in rame nudo con sezione 35,0 mmq) interrato lungo parte del perimetro del fabbricato, connesso e completato mediante picchetti, tale da ottenere un valore di resistenza di terra secondo quanto sopra.
- I picchetti saranno in acciaio zincato con sezione a croce di lunghezza minima 1,50 m e saranno alloggiati in pozzetti d'ispezione di dimensioni 20 cm x 20 cm; saranno posti su parte del perimetro del fabbricato in modo da creare quanto più possibile uno schema ad “anello”.
- La rete dei conduttori di protezione sarà installata negli stessi tubi dei conduttori di fase ed estesa a tutti gli utilizzatori, contraddistinta dal colore giallo-verde. Ai conduttori di protezione saranno collegati i poli di terra e tutte le prese di corrente nei vari locali, l'impianto equipotenziale, radiatori metallici, infissi metallici, ecc..
- I conduttori principali di terra collegheranno tutti i conduttori di protezione con gli attacchi dei dispersori di terra.
- Le giunzioni saranno realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare saranno protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Saranno impiegate fascette che stringono il metallo vivo.
- Il collegamento equipotenziale raggiungerà il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dove è installata la presa a spina protetta dall'interruttore differenziale

ad alta sensibilità.

- Non saranno inseriti interruttori o fusibili sui conduttori di protezione.
- Per i conduttori saranno rispettate le seguenti sezioni minime:

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE	SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE
[mmq]	[mmq]
$S < 16$	$S_p = S$
$16 < S < 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

- 4,0 mmq (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 6,0 mmq (rame) per collegamenti protetti e non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

### 18. Equalizzazione del potenziale

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), sarà installato un conduttore equipotenziale, realizzato con cavo in rame ricotto di sezione 6.0 mmq, che collegherà tra di loro:

- a) i tubi dell'acqua calda e fredda con i rispettivi condotti metallici di scarico (se realizzati in metallo);
- b) i tubi metallici generici rivestiti con materiale non conduttore;
- c) la guaina metallica di un eventuale cavo riscaldante annegato nel pavimento;
- d) le masse degli apparecchi elettrici; questo collegamento avviene attraverso il conduttore di protezione;
- e) altre eventuali masse estranee, come: serramenti metallici, apparecchi di condizionamento, ecc..

## NORME ADOTTATE

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché le loro componenti sono corrispondenti alle norme di legge e dei regolamenti vigenti alla data del progetto ed in particolare sono conformi alle:

- prescrizioni dei VVF e delle autorità locali;
- prescrizioni ed indicazioni dell'ENEL;
- prescrizioni del Capitolato del Ministero LL.PP.;
- Norme C.E.I., UNEL ed ENPI.

### **In particolare:**

- C.E.I. 23-19/17 64-9 Impianti elettrici utilizzatori in edifici civili o similari;
- C.E.I. 64-8 Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale non superiori a 1000V in c.a. o 1500V in c.c.;
- C.E.I. 17-13/18 23-22 Quadri di manovra per tensioni non superiore a 1000V in c.a. o 1200V in c.c.;
- C.E.I. 16-4 20-11/19/21/22/27/29 64-9 (C.E.I. UNEL 00722, 35023, 35024) cavi elettrici;
- C.E.I. 16-1 Individuazione dei conduttori isolanti;
- C.E.I. 64-8/11-8 Impianto di messa a terra;
- C.E.I. 64-8 Protezione degli impianti elettrici;
- C.E.I. 17-5 23-3 Interruttori automatici per c.a. e per tensioni nominali non superiore a 1000V, per usi domestici e similari;
- C.E.I. 23-18 Interruttori differenziali per usi domestici o similari;
- C.E.I. 16-2 Contrassegni dei morsetti degli apparecchi;
- C.E.I. 64-8 Locali con bagni e docce;
- C.E.I. 23-5/13/16/12 Prese e spine di tipo complementare per uso domestico e similare;
- C.E.I. 23-9/11 Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per uso domestico e similare;
- C.E.I. 17-12/14 Apparecchi ausiliari di comando (contattori ausiliari);
- C.E.I. 23-8 Tubi protettivi in P.V.C.;
- C.E.I. 3-14 Elementi segni grafici;
- C.E.I. 3-15/19/20/23 Segni grafici per schemi, conduttori, dispositivi di connessione, apparecchi di comando e di protezione, strumenti di misura e dispositivi di segnalazione, schemi



architettonici e topografici;

- Legge 1 Marzo 1968, N° 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiale, apparecchiature, macchinari, installazioni di impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 5 Marzo 1990, N° 46 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. 06.12.91, N° 447 - Regolamento di attuazione della Legge 5 Marzo 199, N° 46, in materia di sicurezza degli impianti.

Il Tecnico  
(ing. M. Ivano)

---