



COMUNITA' ECONOMICA  
EUROPEA



REGIONE SICILIA

Servizio

INTERVENTO

LIVELLO DI  
PROGETTAZIONE

EL. 9

COLLABORATORI  
TECNICI

# MUNICIPIO DELLA CITTA' DI SANTA LUCIA DEL MELA CITTA' METROPOLITANA DI MESSINA



SETTORE III°

*Lavori di manutenzione straordinaria, adeguamento normativo ed  
efficientamento energetico dell'edificio scolastico di via Roma n. 51.*



**PROGETTO ESECUTIVO**

RELAZIONE TECNICA  
IMPIANTI ELETTRICI

Rev.	del	Rapp.: Varie
------	-----	--------------

Il Progettista  
Ing. Letterio LIPARI

Geom. Sebastiano PULIAFITO - Geom. Matteo CARDULLO

Il Responsabile Unico del Procedimento  
Ing. Letterio LIPARI

Altri VISTI:

EL. 9

SETTORE III°

## **INDICE**

- 1. DESCRIZIONE E DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO ELETTRICO**
  - 1.1 Premessa
  - 1.2 Oggetto e descrizione sommaria dell'intervento
  - 1.3 Classificazione e definizione dell'impianto
    - 1.3.1 Tipologia
    - 1.3.2 Dati del sistema di utilizzazione
    - 1.3.3 Destinazione dei locali di installazione
    - 1.3.4 Definizione dell'intervento
    - 1.3.5 Ambienti soggetti a norma CEI specifica
    - 1.3.6 Prescrizioni generali e specifiche ai fini del superamento delle barriere architettoniche
  - 1.4 Principali leggi e norme tecniche di riferimento
- 2. DATI CARATTERISTICI DI PROGETTO**
  - 2.1 Consistenza dell'impianto
  - 2.2 Dati generali di progetto
    - 2.2.1 Alimentazione normale
    - 2.2.2 Alimentazione d'emergenza e di sicurezza
  - 2.3 Modalità di calcolo
    - 2.3.1 Dimensionamento del conduttore di fase
    - 2.3.2 Cadute di tensione nelle linee
    - 2.3.3 Dimensionamento degli altri conduttori
    - 2.3.4 Calcolo dei guasti
  - 2.4 Scelta delle protezioni
    - 2.4.1 Generalità
    - 2.4.2 Protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti
    - 2.4.3 Protezione contro i contatti diretti
    - 2.4.4 Protezione contro i contatti indiretti
  - 2.5 Struttura dell'impianto elettrico
  - 2.6 Distribuzione principale, secondaria e terminale
    - 2.6.1 Definizioni
    - 2.6.2 Distribuzione principale e secondaria
    - 2.6.3 Distribuzione terminale
  - 2.7 Componenti dell'impianto elettrico
    - 2.7.1 Condotture
    - 2.7.2 Sezioni minime dei cavi e dei conduttori
    - 2.7.3 Tipi di conduttori e di cavi utilizzati
    - 2.7.4 Colori distintivi dei conduttori e dei cavi utilizzati
    - 2.7.5 Posa in opera
    - 2.7.6 Tubi di protezione
    - 2.7.7 Scatole di derivazione o di transito
    - 2.7.8 Morsettiere e morsetti
    - 2.7.9 Separazione dei circuiti
    - 2.7.10 Apparecchi di comando e prese a spina modulari
    - 2.7.11 Quadri elettrici
    - 2.7.12 Apparecchi di illuminazione
- 3. IMPIANTO DI TERRA**
  - 3.1 Generalità
  - 3.2 Specifiche dei componenti dell'impianto di terra
  - 3.3 Equalizzazione del potenziale
- 4. IMPIANTI SPECIALI**
- 5. DISPOSIZIONI FINALI, VERIFICHE E CERTIFICAZIONI**
  - 5.1 Obblighi della ditta installatrice
  - 5.2 Verifiche iniziali e verifiche periodiche
  - 5.3 Verifiche di legge

## **1. DESCRIZIONE E DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

### **1.1 PREMESSA**

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto inerente l'adeguamento degli impianti elettrico e speciali a servizio di un edificio scolastico ad una elevazione fuori terra, sito in via Roma del Comune di Santa Lucia del Mela (ME).

La relazione è redatta ai sensi dell'art. 5 p. 2 lett. d) del D.M. n. 37/08 *"Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 ... L. n. 248/05, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"*. Ha principalmente lo scopo di descrivere e definire:

- le principali caratteristiche e le specifiche dotazioni dell'impianto elettrico;
- i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche ai fini della funzionalità e della sicurezza elettrica.

### **1.2 OGGETTO E DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'INTERVENTO**

L'intervento avrà per oggetto l'adeguamento degli impianti elettrico e speciali dell'edificio scolastico, ai sensi del D.M. n. 37/08; sarà caratterizzato da una linea elettrica (sezione normale) derivata direttamente da un Quadro Punto di Consegna installato all'ingresso al piano terra dell'immobile; la linea principale sarà opportunamente protetta a monte mediante dispositivi magnetotermici differenziali in essi allocati. La linea principale della sezione normale andrà ad alimentare il Quadro Generale Piano terra, e le relative linee secondarie opportunamente protette a monte mediante dispositivi magnetotermici differenziali, le linee terminali delle utenze normali.

### **1.3 CLASSIFICAZIONE E DEFINIZIONE DELL'IMPIANTO**

#### **1.3.1 Tipologia**

Impianti elettrici di cui all'art. 1 punto 2 lettera a) D.M. n. 37/08: *"impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica ..."*.

#### **1.3.2 Dati del sistema di utilizzazione**

- Potenza elettrica effettiva impegnata sul Quadro Q.P.C.: circa 17,80 kW sulla sezione normale.
- Sistema di utilizzazione/distribuzione locale: tipo TT.
- Tensione di utilizzazione: 400/230 V
- Frequenza di alimentazione: 50 Hz.
- Classificazione del sistema elettrico di utilizzazione: categoria I.
- Corrente di c.to-c.to presunta: monofase  $\leq 4.5$  kA; trifase  $\leq 6.0$  kA.

#### **1.3.3 Destinazione dei locali di installazione**

I locali di installazione sono destinati ad Asilo Nido, pertanto assimilabili alla categoria locali ordinari,

#### **1.3.4 Definizione dell'intervento**

L'intervento risulta appartenente alla categoria adeguamento impianti elettrico e speciali. L'art. 1 del D.M. n. 37/08 sancisce che esso si applica agli impianti elettrici posti a servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, allocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze.

### 1.3.5 Ambienti soggetti a Norma CEI specifica

Nei locali asserviti dagli impianti elettrici realizzati sono previsti i seguenti ambienti soggetti a norma CEI specifica:

- Locali contenenti bagni e docce (Norma CEI 64-8/7.701 - *Locali contenenti bagni e docce*).

#### Classificazione e prescrizioni per l'impianto elettrico

Di seguito sono descritti i criteri progettuali che saranno adottati:

- **Linea di alimentazione.** I locali dell'Asilo Nido saranno alimentati direttamente dalla rete ENEL attraverso un sistema di distribuzione di tipo TT; si adotterà la protezione generale per interruzione automatica dell'alimentazione mediante interruttore magnetotermico differenziale generale attestato nel Quadro Punto di Consegna.
- **Locali di gruppo "0".** La protezione di tutte le linee a servizio dei locali di gruppo "0" sarà ottenuta mediante interruzione automatica con dispositivi magnetotermici differenziali con  $I_{dn} \leq 30$  mA e di tipo "AC", associati all'impianto di messa a terra delle masse e delle masse estranee.

#### Classificazione delle zone e prescrizioni per l'impianto elettrico nei locali contenenti bagni e docce

Nei locali bagni e docce si individuano 4 zone che, in relazione alla pericolosità, influenzano i criteri di scelta e di installazione dei componenti e degli utilizzatori. Nelle tabelle sottostanti sono riportate le estensioni di tali zone, i componenti e gli utilizzatori ammessi e quelli non ammessi:

<b>ZONA "0":</b> Corrisponde al volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia. La nuova norma introduce la zona zero anche per le docce senza piatto che invece la vecchia norma non contemplava. L'altezza della zona 0 in questi casi si eleva in verticale per 10 cm dal pavimento e si sviluppa in orizzontale secondo una superficie circolare di raggio 1,2 m misurato dal centro del soffione che può essere collocato a parete o appeso al soffitto.	
<b>Sono ammessi</b>	<b>Non sono ammessi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• apparecchi elettrici utilizzatori</li> <li>• cassette di derivazione o di giunzione</li> <li>• condutture</li> <li>• dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando</li> </ul>
<b>ZONA "1":</b> Costituisce il volume delimitato dalla superficie della vasca da bagno o del piatto doccia (per le docce senza piatto, dalla superficie posta a 1,20 m dal punto centrale del soffione) che si estende verso l'alto fino ad un piano orizzontale situato a 2,25 m dal pavimento finito. Se il fondo della vasca da bagno o del piatto doccia si trova a più di 0,15 m al di sopra del pavimento, il limite superiore della zona 1 si estende dal fondo fino ad un'altezza di 2,25 m. La zona 1 non include la zona 0 e si estende anche al di sotto della vasca da bagno o della doccia.	
<b>Sono ammessi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lo scaldabagno di tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione (il relativo interruttore di comando deve essere posizionato fuori dalle zone "0", "1" e "2")</li> <li>• altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25V</li> <li>• pulsante a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25m dal pavimento</li> </ul>	<b>Non sono ammessi</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dispositivi di protezione, sezionamento, comando (a meno di specifiche date dalla norma)</li> <li>• cassette di derivazione o di giunzione</li> </ul>
<b>ZONA "2":</b> Corrisponde al volume circostante alla zona 1 che si sviluppa in verticale, parallelamente e ad una distanza in orizzontale dalla zona 1 di 0,6 m, fino ad un'altezza di 2,25 m dal piano del pavimento. Per le docce senza piatto non esiste la zona 2, ma solo una zona 1 che si estende fino a 1,20 m dal soffione.	
<b>Sono ammessi</b>	<b>Non sono ammessi</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• apparecchi di illuminazione di Classe I a condizione che i loro circuiti di alimentazione siano protetti per mezzo di interruzione automatica dell'alimentazione usando un interruttore differenziale avente <math>I_{dn} \leq 30 \text{ mA}</math></li> <li>• lo scaldabagno di tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione (il relativo interruttore di comando deve essere posizionato fuori dalle zone "1" e "2")</li> <li>• altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25V</li> <li>• pulsante a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento</li> <li>• prese a spina alimentate con trasformatori di isolamento di classe II di bassa potenza (prese per rasoi)</li> <li>• apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II), per cui non è necessario il conduttore di protezione</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cassette di derivazione o di giunzione</li> <li>• dispositivi di protezione, sezionamento, comando (a meno di specifiche date dalla norma)</li> </ul>
--	--

**ZONA "3":** E' il volume delimitato dalla superficie che si sviluppa in orizzontale a fianco della zona 2 per 2,4 m ed in verticale fino ad un'altezza dal piano del pavimento di 2,25 m. La presenza di pareti e ripari fissi permette in alcuni casi di modificare i limiti indicati.

Sono ammessi	Non sono ammessi
<ul style="list-style-type: none"> <li>• componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP X1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente</li> <li>• prese a spina alimentate in uno dei seguenti modi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- bassissima tensione di sicurezza con limite 50V (SELV); le parti attive del circuito SELV devono comunque essere protette contro i contatti diretti</li> <li>- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina</li> <li>- interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30mA</li> </ul> </li> <li>• l'aspiratore (di classe II e grado di protezione minimo IP X4) può essere temporizzato (ritardato allo spegnimento), avviato dal comando luce e protetto mediante interruttore differenziale con <math>I_{dn}=30\text{mA}</math>. Se l'aspiratore viene installato oltre l'altezza di 2,25 m, qui la zona è ordinaria, ma viene comunque consigliato un IP X4 per la presenza di condensa nei bagni.</li> </ul>	

Installazioni nelle zone	Grado IP minimo dei componenti installati		
	IP X1	IP X4	IP X5
zona 1		X	
zona 2		X	
zona 3 (**)	X		
luogo destinato a comunità o bagno pubblico (*)			X
(*) Luogo in cui la pulizia prevista è effettuata tramite getto d'acqua			
(**) Come protezione addizionale contro i contatti indiretti si può utilizzare un interruttore differenziale ad alta sensibilità			

**Condutture elettriche** - Le condutture (zone "1" e "2") devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad es. con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante. Per il collegamento dello scaldacqua, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (F+N+PE) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone vicina allo scaldabagno stesso.

**Collegamento equipotenziale supplementare** - E' richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone "1", "2" e "3" (tubazioni metalliche dell'acqua, del riscaldamento, del condizionamento, del gas, ecc.) con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno. Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare, devono

essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo.

*Alimentazione* - Può essere effettuata come per il resto dell'edificio. La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

*Livello medio di illuminamento* - 200 lux

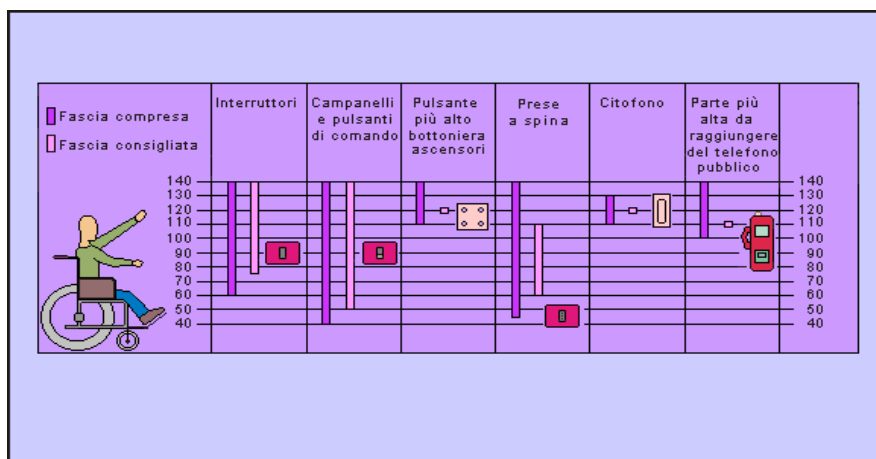
### 1.3.6 Prescrizioni generali e specifiche ai fini del superamento delle barriere architettoniche

#### *Prescrizioni e modalità installative dei componenti elettrici - superamento delle barriere architettoniche*

I locali soddisferanno al punto di vista impiantistico le leggi e le norme relative all'abbattimento delle barriere architettoniche.

All'uopo, tutti i componenti dell'impianto elettrico saranno installati ad un'altezza facilmente accessibile anche a chi è portatore di handicap; in particolare, sarà garantita l'accessibilità alle persone disabili ai dispositivi di comando e segnalazione, quali interruttori, campanelli, pulsanti di comando, prese a spina, apparecchi citofonici e telefonici, ecc. che per questo saranno collocati in posizione comoda, ad altezza compresa tra i 40 e i 140 cm, protetti dagli urti e facilmente individuabili ed utilizzabili, anche in condizioni di scarsa illuminazione. Inoltre, in prossimità della tazza sarà installato un campanello di emergenza con comando a tirante..

Il D.M. 236/'89 (ripreso anche dalla Guida CEI 64-50) fornisce le seguenti altezze di installazione:



La fascia di accessibilità compresa fra i 40 e 140 cm è riferita alle apparecchiature normalmente utilizzate e manovrate dall'utente fruitore del locale o degli spazi e non si riferisce ai componenti installati in funzione di scelte progettuali che migliorano la sicurezza e l'economia dell'impianto.

I servizi igienici fruibili da parte di persone disabili devono essere dotati di opportuni corrimano e i comandi elettrici devono essere installati in posizione comoda e facilmente raggiungibile.

In prossimità del WC, deve essere previsto un campanello di allarme facilmente raggiungibile.

La suoneria deve essere collocata possibilmente in un luogo presidiato (ad esempio la hall) o comunque in un locale dove sia consentita un'immediata ricezione del segnale di richiesta di aiuto inviato).

Gli apparecchi di comando saranno facilmente individuabili (tramite dispositivi a segnalazione luminosa) ed utilizzabili. Se gli apparecchi di comando saranno installati al di sopra di mobiletti o ripiani disteranno dal bordo del mobile non più di 55 cm.

#### 1.4 PRINCIPALI LEGGI E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

L'impianto ed i componenti dovranno rispondere alla regola dell'arte, ai sensi dell'art. 6 del D.M. n. 37/08. Le caratteristiche dell'impianto stesso, nonché quelle dei suoi componenti, dovranno rispondere alle norme di legge e dei regolamenti vigenti, ed in particolare dovranno essere conformi:

- alle prescrizioni dei VV.F. e delle Autorità Locali;
- alle prescrizioni ed indicazioni dell'Ente Distributore, per quanto di competenza nel punto di consegna;
- al D.P.R. n. 547/55: *Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro*;
- al D.Lgs. n. 81/08 e succ. mod. ed integr.: *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*;
- al D.P.R. n. 689/59 e succ. mod. ed integr.: *Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione degli incendi, al controllo del Comando del Corpo dei vigili del fuoco*;
- alla L. n. 186/68: *Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici*;
- alla L. n. 791/77: *Attuazione della direttiva CEE n. 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione*;
- al D. L. n. 626/96 e succ. mod. ed integr.: *Attuazione della direttiva CEE n. 93/68 in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione*;
- al D. M. n. 37/08: *Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 ... L. n. 248/05, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici*;
- alle disposizioni relative alle seguenti norme tecniche:
  - Tabelle CEI - UNEL 00722 e 00712: *Colori distintivi dei cavi*;
  - CEI 17-13: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione. Parti 1,2,3,4*;
  - CEI 20-22: *Cavi non propaganti l'incendio*;
  - CEI 20-27: *Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione*;
  - CEI 20-40: *Raccomandazioni per la posa dei cavi per energia con tensione nominale fino a 1 kV*;
  - CEI 23-3: *Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari*;
  - CEI 23-49: *Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucro destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile*;
  - CEI 23-51: *Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni per uso domestico e similare*;
  - CEI 34-22: *Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Requisiti particolari. Apparecchi di illuminazione di emergenza*;

- CEI 62-39: *Apparecchi elettrici per uso estetico. Guida generale per la sicurezza;*
- CEI 64-8, Parti da 1 a 7 - VI ed.: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiori a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua;*
- CEI 64-12: *Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;*
- CEI 64-14: *Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;*
- CEI 81-10: *Protezione delle strutture contro i fulmini;*
- Tabelle CEI UNEL 35023-70 riportanti le portate e le cadute di tensione per le diverse tipologie di cavo impiegate;
- Norma UNI EN 12464 - 1: *Illuminazione dei luoghi di lavoro interni;*

Gli elaborati grafici esecutivi saranno redatti con l'uso dei "segni grafici" normalizzati CEI.

## **2. DATI CARATTERISTICI DI PROGETTO**

### **2.1 CONSISTENZA DELL'IMPIANTO**

La consistenza e l'estensione topografica degli impianti elettrico e speciali, nonché la dislocazione degli apparecchi e componenti elettrici, corpi illuminanti e quant'altro è riportata negli elaborati grafici.

### **2.2 DATI GENERALI DI PROGETTO**

- La linea elettrica della sezione normale derivata dal Quadro Punto di Consegna Q.P.C. che andrà ad alimentare il Quadro Elettrico Generale Q.E.G., si svilupperà in tubazione in PVC flessibile incassata nella muratura da 25 mm con cavo unipolare FG7 in formazione 1 x (4 x 25 mmq).
- Le cadute di tensione tra il punto di origine dell'impianto ed i singoli utilizzatori dovranno rientrare nel limite, sia per i circuiti luce che per la forza motrice, del 4%.
- In relazione ai carichi, nel dimensionamento dell'impianto si cercherà di non caricare eccessivamente le linee terminali, tenendosi entro i seguenti limiti:
  - 1.0 kW per singolo circuito luce;
  - 1,2 kW per singolo circuito prese.
- Dall'esame dei carichi elettrici da alimentare e comunicati dalla committenza, si evince che l'impianto elettrico impegnerà una potenza attiva trifase di circa 15kW sulla sezione normale. Il calcolo della potenza convenzionale dei vari circuiti e delle rispettive correnti di impiego sarà effettuato tenendo conto dei valori delle potenze in gioco e dei coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità degli utilizzatori.
- Il dimensionamento degli impianti e delle apparecchiature elettriche in essi presenti è stato eseguito tenendo conto delle attuali necessità dichiarate dalla committenza, attraverso l'analisi delle utenze elettriche previste e delle apparecchiature elettriche da alimentare, ed in ragione di un eventuale ampliamento futuro del medesimo impianto (fino al 30% circa della potenza installata).

#### **2.2.1 Alimentazione normale**

Saranno previste utenze normali alimentate direttamente dalla rete.



### 2.2.2 Alimentazione d'emergenza e di sicurezza

Sarà previsto un impianto di illuminazione d'emergenza che servirà quando verrà a mancare l'illuminazione ordinaria, in seguito ad esempio ad interruzione improvvisa dell'alimentazione, a causa di un incidente o guasto all'impianto elettrico, o in caso di interruzione da parte del fornitore d'energia.

Per permettere di concludere o sospendere in sicurezza eventuali trattamenti in corso e per garantire una sicura evacuazione delle persone dai locali sarà presente almeno un apparecchio per ogni locale di gruppo "1" e per ogni via di esodo (corridoi). In questi locali saranno utilizzati apparecchi di emergenza autoalimentati conformi alla Norma EN 60598-2-22 e, per quanto riguarda l'illuminazione, ci si riferirà alla Norma UNI EN 1838. L'impianto di illuminazione di sicurezza utilizzerà lampade di tipo autoalimentate con gruppo autonomo di emergenza incorporato ad intervento immediato ed autonomia superiore ad 1h. Il numero degli apparecchi sarà sufficiente a garantire un illuminamento minimo di 2 lux in tutte le zone di trattamento e di 5 lux vicino le uscite.

## 2.3 MODALITÀ DI CALCOLO

I calcoli di progetto riguarderanno il dimensionamento di tutte le linee elettriche principali e terminali e la scelta ed il coordinamento dei corrispondenti dispositivi di protezione presenti nei quadri elettrici. Le metodologie di calcolo utilizzate sono quelle appresso riportate.

### 2.3.1 Dimensionamento del conduttore di fase

Il dimensionamento del conduttore di fase  $S_F$  sarà effettuato in modo da garantire la protezione della conduttura dalle sovracorrenti e dai cortocircuiti.

Per quanto concerne la protezione dalle sovracorrenti, in base alla norma CEI 64-8/4 il dispositivo di protezione sarà coordinato con la conduttura in modo tale che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z; I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

$I_n$ : corrente nominale della protezione a monte della conduttura [A];

$I_b$ : corrente d'impiego della linea [A];

$I_z$ : portata del cavo [A];

$I_f$ : corrente d'intervento della protezione a monte della conduttura [A].

La corrente d'impiego della linea sarà calcolata con la seguente formula:

$$I_b = \frac{P}{k \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

$P$ : potenza impegnata dalla linea [W];

$V$ : tensione di alimentazione della linea [V];

$k$ : coefficiente che vale 1 per le linee monofasi e 1.73 per quelle trifasi;

$\cos \varphi$ : fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

Dalla corrente di impiego della linea verrà scelta la corrente nominale della protezione a monte e con questa si procederà alla scelta della sezione del cavo. La scelta verrà effettuata in base alla tabella che

riporta la portata del cavo in funzione del tipo di isolamento del cavo che si utilizzerà, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

$$I_{z\_min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente  $k$  di declassamento terrà conto delle condizioni di posa (numero di circuiti vicini, diversa temperatura ambiente, ecc.) ed anche di eventuali paralleli. La sezione verrà scelta in modo che la portata del cavo (moltiplicata per il coefficiente  $k$ ) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale ( $I_{z\_min}$ ). Le condutture dimensionate con questo criterio saranno protette contro le sovracorrenti. La sezione del cavo di fase terrà conto anche del prodotto  $I^2 \cdot t$ , ovvero della massima energia specifica lasciata passare dal dispositivo, attraverso la seguente formula:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \rightarrow S = \sqrt{\frac{I^2 \cdot t}{K^2}} = \frac{I}{K} \cdot \sqrt{t}$$

La costante  $K$  è fornita dalla Norma CEI 64-8/4, in funzione del materiale conduttore e del materiale isolante del cavo.

Per quanto concerne la protezione delle condutture elettriche dai cortocircuiti, gli stessi dispositivi di protezione installati a monte delle linee saranno scelti con potere di interruzione tale che:

$$I_{CN} > I_{CC}$$

$I_{CC}$ : corrente di c.to-c.to a valle della cabina dell'Ente Distributore [4.5 kA];

$I_{CN}$ : potere di interruzione nominale del dispositivo di protezione [kA].

### 2.3.2 Cadute di tensione nelle linee

Le cadute di tensione nelle linee saranno valutate in base alle tabelle UNEL; in accordo con quanto in esse riportato, la caduta di tensione in un singolo ramo sarà data dalla seguente espressione:

$$\Delta V = K_{\Delta V} \cdot I_b \cdot L_{LINEA} \cdot 10^{-3} \cdot (R_{CAVO} \cdot \cos \varphi + X_{CAVO} \cdot \sin \varphi)$$

$K_{\Delta V} = 2$  per sistemi monofase;

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  saranno ricavati dalle tabelle in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) e in base alla sezione dei conduttori; i valori di  $R_{cavo}$  riportati sono riferiti a 80°C, mentre la  $X_{cavo}$  è riferita alla frequenza di 50Hz; entrambe sono espresse in  $\Omega/km$ . La caduta di tensione da monte a valle di un'utenza verrà determinata tramite la somma delle cadute di tensione dei singoli tratti a monte dell'utenza in esame; da questa verrà successivamente determinata la caduta di tensione % riferendola alla tensione nominale dell'utenza in esame.

### 2.3.3 Dimensionamento degli altri conduttori

Il dimensionamento dei conduttori di neutro  $S_N$  verrà effettuato secondo la Norma CEI 64-8:

- $S_N = S_F$  se  $S_F < 16 \text{ mm}^2$ ;
- $S_N = 16 \text{ mm}^2$  se  $16 \leq S_F \leq 35 \text{ mm}^2$ ;
- $S_N = S_F / 2$  se  $S_F > 35 \text{ mm}^2$ .

Il dimensionamento dei conduttori di protezione  $S_{PE}$  verrà effettuato ai sensi della Norma CEI 64-8:

- con la determinazione in relazione alla sezione di fase;
- con la determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

- $S_{PE} = S_F$  se  $S_F < 16 \text{ mm}^2$ ;
- $S_{PE} = 16 \text{ mm}^2$  se  $16 \leq S_F \leq 35 \text{ mm}^2$ ;
- $S_{PE} = S_F / 2$  se  $S_F > 35 \text{ mm}^2$ .

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule (vedi § 2.3.1).

#### 2.3.4 Calcolo dei guasti

Il calcolo dei guasti sarà fatto in modo da determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a inizio e a fine linea. Le condizioni in cui verranno determinate sono guasto trifase fase - fase, guasto monofase fase - neutro e fase - terra.

### 2.4 SCELTA DELLE PROTEZIONI

#### 2.4.1 Generalità

La scelta delle protezioni verrà effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture e di guasto, in particolare le grandezze che verranno verificate saranno:

- corrente nominale, tramite la quale si è dimensionata la conduttura;
- numero dei poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione ( $I_{CN} > I_{CC}$  vedi § 2.3.1).
- corrente nominale differenziale  $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$  (per tutti i circuiti terminali).

#### 2.4.2 Protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti

La protezione contro le sovracorrenti e contro i cortocircuiti nelle reti di distribuzione elettrica in bassa tensione è una componente importante del problema più generale della sicurezza e dell'affidabilità degli impianti elettrici. In tale ottica, tutti i conduttori attivi di ciascun circuito elettrico dell'impianto saranno protetti da uno o più dispositivi magnetotermici in grado di interrompere automaticamente l'alimentazione quando si produce sovracorrente o un cortocircuito (vedi § 2.3.1), ovvero qualsiasi corrente superiore alla portata di corrente  $I_Z$  che può circolare nel cavo.

La protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti sarà garantita in modo unico con dispositivi che assicurano entrambe le protezioni; in tale ottica, i dispositivi di protezione provvederanno all'interruzione sia della corrente di sovraccarico sia di quella di corto circuito, in qualunque punto della linea, prima che esse provochino nel conduttore un riscaldamento tale da danneggiare l'isolamento e saranno installati in generale all'origine di ogni circuito e di tutte le derivazioni aventi portate differenti.

#### 2.4.3 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti sarà effettuata per tutti i componenti dell'impianto elettrico adottando

opportune misure aventi lo scopo di impedire che una persona possa entrare in contatto con una parte attiva del circuito elettrico, in accordo a quanto previsto dalla norma CEI 64-8. L'isolamento destinato a impedire il contatto con parti in tensione dovrà realizzare una copertura totale delle parti attive; in tal senso, l'isolamento dovrà poter essere rimosso solo mediante distruzione dello stesso; inoltre, per quanto attiene agli involucri dei quadri elettrici l'isolamento dovrà rispondere ai requisiti previsti dalle norme CEI di settore. Relativamente, poi, alle caratteristiche fisico-chimiche e allo spessore, dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto durante il suo funzionamento, tenendo conto della sua specifica funzione protettiva. In osservanza della Norma CEI EN 60529 che identifica il grado di protezione di un involucro o di una barriera mediante la sigla IP, verranno adottati componenti elettrici con involucri aventi idonei gradi di protezione a seconda delle caratteristiche dell'ambiente in cui essi andranno a funzionare, seguendo di volta in volta la specifica normativa tecnica; in particolare, gli involucri e le barriere dovranno assicurare un grado di protezione IP 4X; per aprire un involucro o rimuovere una barriera occorrerà osservare una delle seguenti prescrizioni:

- fare uso di chiave o attrezzo;
- interporre una seconda barriera che assicuri il grado di protezione IP 4X e che sia rimovibile con chiave o attrezzo.

E' da evidenziare infine che l'uso di interruttori differenziali dovrà essere considerato come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti ad integrazione delle succitate protezioni.

#### 2.4.4 Protezione contro i contatti indiretti

Ai sensi dell'art. 271 del D.P.R. n. 547/55 che recita testualmente "*le parti metalliche degli impianti ad alta tensione soggette a contatto delle persone e che per difetto di isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi sotto tensione devono essere collegate a terra*", ed essendo il sistema di distribuzione di tipo TT, tutte le masse e le masse estranee dell'impianto saranno collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione e conduttori equipotenziali principali e supplementari. Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti saranno tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avverrà entro il tempo specificato dalla Norma CEI 64-8/4 al punto 413.1.4.2, soddisfacendo la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_E \leq 25V$$

$I_E$ : corrente che provoca lo scatto dell'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito dalla norma in funzione della tensione nominale, oppure la corrente differenziale nominale  $I_{dn}$  se si usa un interruttore differenziale [A];

$R_E$ : resistenza di terra [ $\Omega$ ] (Norma CEI 64-8 VI ed.).

Sarà riconosciuto l'utilizzo dei seguenti dispositivi di protezione:

- dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (interruttori magnetotermici);
- dispositivi di protezione a corrente differenziale (protezione di tutti i circuiti terminali con interruttore

differenziale avente corrente differenziale nominale  $I_{dn} = 30 \text{ mA}$ ).

## 2.5 DISTRIBUZIONE PRINCIPALE, SECONDARIA E TERMINALE

### 2.5.1 Definizioni

Ai fini della seguente descrizione si intenderà per:

- “*distribuzione principale e secondaria*” l'insieme dei cavi che trasportano l'energia dal quadro punto di consegna ai quadri secondari derivati, nonché le vie cavi che li contengono e li proteggono meccanicamente;
- “*distribuzione terminale*” l'insieme dei cavi che trasportano l'energia dal quadro locale e/o di stanza o, qualora questi non sono previsti, dalle cassette principali dei locali e/o stanze, agli utilizzatori.

### 2.5.2 Distribuzione principale e secondaria

I requisiti minimi considerati nel dimensionamento e nella realizzazione delle linee di distribuzione sono si possono così riassumere:

- sarà assolutamente vietata la posa dei cavi sotto intonaco;
- le linee alimentanti i quadri saranno opportunamente maggiorate per eventuali futuri ampliamenti;
- la linea montante che alimenterà il Quadro Generale Piano Terra sarà ispezionabile nei punti di diramazione;
- le connessioni dei conduttori saranno del tipo a capicorda a pressione;
- non saranno considerate linee in cavo di sezione inferiore a  $1,5 \text{ mm}^2$ .

La distribuzione principale sarà realizzata mediante cavi unipolari del tipo FG9 posati in tubazioni flessibili in PVC annegate nella muratura.

La distribuzione secondaria sarà realizzata mediante cavi unipolari del tipo FG9 posati in tubi di protezione in PVC autoestinguente annegati nella muratura e a soffitto.

### 2.6.3 Distribuzione terminale

Sarà realizzata prevalentemente con cavi unipolari del tipo N07V-K posati in tubi di protezione in PVC autoestinguente annegati nella muratura.

## 2.7 COMPONENTI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

La realizzazione dell'impianto elettrico sarà idonea per installazioni di componenti all'interno di costruzione di tipo civile.

### 2.7.1 Conduiture

La distribuzione elettrica avverrà per mezzo delle seguenti tipologie di canalizzazioni:

- a partire dal Quadro Punto di Consegna Q.P.C. e fino ai quadri di zona Q.E.G. attraverso una tubazione flessibile in PVC annegata nella muratura atta a contenere le linee principali di alimentazione; le dimensioni saranno tali da essere uguali almeno a 1,3 volte l'area occupata dal fascio dei cavi.
- per quanto attiene alla distribuzione delle linee di alimentazione a partire dai quadri di zona Q.E.G. attraverso tubazioni rigide e/o flessibili con grado di protezione minimo IP 40 in materiale termoplastico

PVC autoestinguente serie pesante, annegate nella muratura e a controsoffitto, con diametro da 16, 20 e 25 mm;

Norme di riferimento: CEI 23-54, CEI 23-55.

Le distribuzioni interne saranno eseguite in tutte le zone mantenendo il grado di protezione minimo richiesto IP40; le giunzioni dei tubi e le derivazioni da cassette verranno realizzate tramite pezzi speciali e accessori adatti quali pressacavi e quant'altro aventi grado di protezione IP40. Le distribuzioni esterne dovranno avere resistenza al calore superiore a 850°C, grado di protezione IP40 e prova di resistenza alla fiamma secondo quanto richiesto dalle Norme CEI 64-8/7. Nel caso di posa a pavimento dovrà essere utilizzata esclusivamente tubazione pesante RK15 con resistenza allo schiacciamento  $\geq 750$  N. Per le canalizzazioni sottotraccia potrà essere utilizzata tubazione flessibile.

### 2.7.2 Sezioni minime dei cavi e dei conduttori

I circuiti a tensione nominale non superiore a 230/400V adopereranno cavi con tensione nominale non inferiore a 450/700 V. Le sezioni minime dei conduttori non dovranno essere inferiori alle seguenti:

#### *Conduttori di fase (F)*

- 2,5 mm<sup>2</sup> (conduttore in rame) per impianti di energia;

Per le sole derivazioni ad un utilizzatore sarà ammessa la sezione di 1,5 mm<sup>2</sup> purché la temperatura raggiunta dai circuiti stessi per effetto della corrente che li percorre, quando siano inseriti tutti gli apparecchi utilizzatori suscettibili di funzionare simultaneamente e la temperatura dell'ambiente sia quella massima prevista, non sia superiore a quella prescritta nelle rispettive norme CEI per i vari elementi dell'impianto, e non danneggi le strutture e gli oggetti adiacenti. Per gli ambienti ordinari la temperatura ambiente si assumerà pari a 30°C. La sezione dei cavi, anche se indicata in progetto, non esimerà l'impresa esecutrice dei lavori da un controllo della stessa, in funzione dei parametri:

- corrente trasportata dal cavo nelle normali condizioni di esercizio;
- coefficienti di riduzione della portata relativi alle condizioni di posa (tipo di posa, numero di cavi, disposizione, temperature) nella situazione più restrittiva incontrata lungo sviluppo delle linee;
- c.d.t. max % in regime statico a partire dal quadro generale fino all'utilizzatore più lontano: < 4%.

#### *Conduttore di neutro (N)*

Vedasi § 2.3.3.

#### *Conduttore di protezione (PE)*

Se il conduttore di protezione non facesse parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione minima dovrà essere (Vedasi § 2.3.3):

- 2,5 mm<sup>2</sup> in presenza di una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non vi è alcuna protezione meccanica.

#### *Conduttore di terra (CT)*

La sezione del conduttore di terra  $S_{CT}$  deve essere calcolata sulla base dei criteri indicati all'art. 543.1 della Norma CEI 64-8; la sua sezione minima dovrà essere:

- 16 mm<sup>2</sup> se protetto contro la corrosione, ma non meccanicamente (rame e alluminio);

- 25 mm<sup>2</sup> se non protetto contro la corrosione (rame);
- 50 mm<sup>2</sup> se non protetto contro la corrosione (alluminio).

#### *Conduttori equipotenziali principali (EQP)*

I conduttori equipotenziali devono essere conformi alle prescrizioni contenute nella sezione 708 della Norma CEI 64-8, che qui vengono sinteticamente riassunte:

- il valore minimo della sezione  $S_{EQP}$  deve essere di 6 mm<sup>2</sup>;
- $S_{EQP} = 6 \text{ mm}^2$  se  $S_{PE} < 10 \text{ mm}^2$ ;
- $S_{EQP} = 10 \text{ mm}^2$  se  $S_{PE} = 10 \text{ mm}^2$ ;
- $S_{EQP} = 16 \text{ mm}^2$  se  $10 < S_{PE} \leq 25 \text{ mm}^2$ ;
- $S_{EQP} = 25 \text{ mm}^2$  se  $S_{PE} > 25 \text{ mm}^2$ .

#### *Conduttori equipotenziali supplementari (EQS)*

Fra massa e massa, uguale alla sezione del conduttore di protezione a sezione minore con un minimo di 2,5 mm<sup>2</sup> (Cu) se protetto meccanicamente e 4 mm<sup>2</sup> se non protetto meccanicamente; fra massa e massa estranea (tubazioni metalliche idriche, gas, riscaldamento, ecc.) sezione uguale a ½ della sezione dei corrispondenti conduttori di protezione, con un minimo di 2,5 mm<sup>2</sup> (Cu) se protetto meccanicamente e 4 mm<sup>2</sup> se non protetto meccanicamente.

#### 2.7.3 Tipi di conduttori e di cavi utilizzati

##### Cavi di energia

FG9 (Un = 450/750 V) - cavo unipolare isolato in elastomero reticolato di qualità G9, senza guaina, conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, non propagante la fiamma (CEI 20-35/1), non propagante l'incendio (CEI 20-22 II), a ridotta emissione di gas corrosivi (CEI 20-37/2), non contenente Pb, resistente al fuoco (CEI 20-45). Adatto per posa fissa in tubo o canalina in aria, o tubazioni a vista e/o sottotraccia.

N07V-K (Un = 450/750 V) – Cavo per energia isolato in polivinilcloruro, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5, per posa fissa, non propagante la fiamma (CEI 20-35/1), non propagante l'incendio (CEI 20-22 II), a ridotta emissione di gas corrosivi (CEI 20-37/2), esente da alogeni (CEI 20-38). Adatto per posa fissa in tubo o canalina in aria, quadri elettrici, cablaggio.

##### Cavi di segnale

*Doppino telefonico* - Cavo per uso telefonico cat. 5E FTP isolato in PVC.

*Doppino telefonico* - Cavo di rete cat. 6 UTP isolato in PVC.

#### 2.7.4 Colori distintivi dei conduttori e dei cavi utilizzati

I colori distintivi per l'isolamento dei cavi, sia per energia sia per comandi e segnalazione, devono essere quelli prescritti dalla tabella CEI-UNEL 00722. Per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo saranno ammessi i seguenti monocolori:

- nero, marrone, grigio, bianco, ecc. per l'isolante dei conduttori di fase;

- blu chiaro per l'isolante del conduttore di neutro.

Saranno vietati il monocolore verde e il monocolore giallo. Non saranno ammessi bicolori, ad eccezione del giallo/verde per l'isolante del conduttore di protezione, del conduttore di terra e dei conduttori di equipotenzialità.

#### 2.7.5 Posa in opera

I cavi appartenenti a sistemi elettrici diversi saranno collocati nelle stesse canalizzazioni, purchè abbiano la stessa tensione di isolamento. Le conduttore installate in cunicoli comuni ad altre canalizzazioni (gas, acqua, vapore e simili) dovranno essere disposte in modo da non essere soggette a influenze dannose, in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. I cavi non presenteranno giunzioni se non a mezzo morsetti e all'interno delle apposite cassette di derivazione, né dovranno cambiare i colori distintivi. Saranno vietate le saldature. La posa cavi dovrà essere conforme alle disposizioni progettuali. A tal scopo l'installatore, prima della posa, si sarà accertato preliminarmente dello stato dei luoghi per rilevare i possibili impedimenti.

Per la posa dei cavi entro tubi si assicurerà la pulizia di tubazioni e la lubrificazione dei cavi.

#### 2.7.6 Tubi di protezione

Saranno installati tubi protettivi rigidi e/o flessibili di materiale termoplastico, serie pesante, conformi alle Norme CEI 23-54. I tubi protettivi, se incassati, lo saranno in modo che lo strato di intonaco di protezione non sia inferiore a 5 mm. I tubi saranno scelti con diametro interno pari a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in essi contenuto e comunque non inferiore a 16 mm. Il tracciato dei tubi protettivi dovrà essere tale da consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per consentire lo scarico della condensa eventuale) o verticale: le curve dovranno essere effettuate con raccordi speciali o con curvature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi: in particolare sarà vietato l'uso dei gomiti con angoli < 90°. Sarà vietato installare tubi protettivi nelle pareti e intercapedini delle canne fumarie, nel vano ascensore o ad intimo contatto con tubazioni idriche o con condotte ad elevata temperatura.

Canale metallico portacavi a controsoffitto.

La tubazione dovrà essere interrotta con cassette e sportelli di ispezione:

- lungo il percorso nei tratti rettilinei ogni 10 m circa ed ogni due cambiamenti di direzione;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali;
- ad ogni derivazione da linea principale a secondaria;
- sempre in ogni locale servito.

Le tubazioni protettive sottotraccia giungeranno a filo interno delle scatole o cassette di derivazione. Gli imbocchi dei tubi nelle cassette e nelle scatole consentiranno che le operazioni di infilaggio e sfilaggio dei cavi possano essere effettuate agevolmente e senza danneggiare l'isolamento dei cavi.

#### 2.7.7 Scatole di derivazione o di transito

Saranno installate idonee cassette di derivazione per le tipologie di conduttura utilizzate e corredate di



morsetti; in ogni caso, sia per installazione sottotraccia che per installazione in vista, dovrà essere garantito il grado minimo di protezione IP40 con corredo di passatubi e/o pressacavi. Non saranno ammesse scatole o cassette i cui coperchi non coprano abbondantemente il giunto cassetta-muratura, così come non saranno ammessi coperchi non piani, né coperchi fissati a semplice pressione. La dimensione minima ammessa per le scatole e le cassette sarà di mm 65 di diametro o mm 70 di lato. La profondità delle cassette dovrà essere tale da essere contenuta nei muri divisorii di minore spessore. Dovrà sempre risultare agevole la dispersione di calore prodotto all'interno delle cassette. Non saranno ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio del tipo a pressione. Le dimensioni delle scatole di derivazione dovranno essere tali da consentire una riserva di spazio disponibile non inferiore al 50% dello spazio impegnato. Infine, il fondo della scatola costituente la cassetta di derivazione ad incasso dovrà isolare dal fondo in muratura (generalmente costituito da ferri di armatura etc.), dalle parti attive (cavi elettrici), deve essere integro per garantire tale isolamento.

#### 2.7.8 Morsettiere e morsetti

Le riunioni e le derivazioni saranno effettuate solo ed esclusivamente a mezzo di morsettiere e morsetti. Le morsettiere dovranno avere i morsetti tra di loro separati da diaframmi isolanti; esse dovranno essere installate entro quadri elettrici e cassette di derivazione che ne assicurino la protezione contro i contatti accidentali. I morsetti di neutro e del conduttore di protezione dovranno essere chiaramente individuabili e nella stessa posizione reciproca rispetto agli altri morsetti in tutto l'impianto.

#### 2.7.9 Separazione dei circuiti

Per la separazione dei circuiti a tensione di isolamento diversa da 450/750V potranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

- utilizzare cavi isolati per la tensione maggiore e quindi passare direttamente dentro le canalizzazioni insieme agli altri circuiti; oppure:
- tutti i cavi con tensione di isolamento diversa da 450/750V dovranno essere separati sia nelle tubazioni che nelle cassette con l'ausilio di setti separatori.

#### 2.7.10 Apparecchi di comando e prese a spina modulari

Gli apparecchi di comando, quali interruttori, commutatori, deviatori, invertitori, pulsanti, ecc. saranno del tipo modulare con interruzione in aria. Andranno installati all'interno delle scatole per la protezione delle parti sotto tensione. Il sistema di comando avrà i morsetti ad attacco posteriore di dimensione sufficienti per il collegamento dei conduttori fino a 2,5 mm<sup>2</sup>.

Le prese a spina saranno del tipo modulare da incasso e installate all'interno delle scatole per la protezione delle parti sotto tensione. Avranno gli alveoli segregati e grado di protezione idoneo ed i morsetti per attacchi posteriori di dimensioni sufficienti per il collegamento di conduttori da 2,5 e 4 mm<sup>2</sup>. Le caratteristiche elettriche saranno:

- tensione nominale 230V/50Hz;
- corrente nominale 10/16A.

Tutte le prese saranno corredate di alveolo centrale per il collegamento all'impianto di terra. Saranno previste prese bipasso 2x10/16A+T UNEL.

#### 2.7.11 Quadri elettrici

I quadri elettrici saranno del tipo modulare con struttura completamente chiusa e sportello trasparente di protezione, cablati con cavi non propaganti l'incendio e la fiamma (CEI 20-22 e 20-35), dovranno avere grado di protezione minimo IP40 e rispettare quanto richiesto dalle Norme CEI 17.13/1-3. Dovranno essere realizzati in conformità agli elaborati di progetto quali schema unifilare, fronte quadro, schema funzionale, ecc. Saranno completi di tutti i dispositivi di protezione, sezionamento, comando, ecc. previsti negli elaborati di progetto e degli accessori di cablaggio e di quant'altro previsto dalla normativa di riferimento. Inoltre, dovranno riportare in corrispondenza delle apparecchiature di protezione delle targhette ben visibili per l'identificazione delle rispettive linee sia in partenza che in arrivo e un sistema di chiusura con porta dotata di chiave tipo yale.

#### 2.7.12 Apparecchi di illuminazione

L'illuminazione sarà realizzata prevalentemente mediante plafoniere al neon installate a soffitto 2x36W e 2x18W in modo da raggiungere valori di illuminazione adeguati a quanto raccomandato dalle Norme UNI EN per il tipo di lavoro svolto ai sensi del D.Lgs. n. 81/08 a tutela dei lavoratori.

In particolare, saranno osservati i seguenti livelli di illuminamento medio:

- corridoi e zone di transito in genere: 100 lux;
- aree attesa, WC e anti-WC: 200 lux;
- segreteria, uffici, bar, parrucchiere, sala svago, sala TV, salone polifunzionale, attività motorie: 300 lux
- ambulatorio medico e locale fisioterapia: 500 lux.

### 3. IMPIANTO DI TERRA

#### 3.1 GENERALITÀ

In conformità al D.M. n. 37/08, sarà effettuata, a cura della ditta installatrice, la misura della resistenza di terra che dovrà essere prodotta e certificata dalla stessa. Il valore della resistenza di terra dovrà soddisfare la relazione:

$$U_c \leq R_E \cdot I_E$$

$R_E$ : resistenza di terra [ $\Omega$ ];

$U_c$ : tensione di contatto ammissibile (per gli *ambienti speciali*  $U_c = 25$  V);

$I_E$ : corrente di terra [A].

Utilizzando dispositivi con protezione differenziale, la relazione precedente diventa:

$$R_E \leq \frac{U_L}{I_{dn}} = \frac{25}{0.03} = 833\Omega$$

$I_{dn}$ : corrente differenziale più alta tra quelle dei dispositivi di protezione differenziali installati nell'intero impianto ( $I_{dn} = 0.03$  A).

L'impianto di terra dei locali oggetto dell'adeguamento impiantistico sarà collegato all'impianto di terra generale, a partire dalla barra di terra attestata sul Quadro Generale Piano Terra e dalla barra di terra attestata sul Quadro Generale Piano Primo, con conduttore giallo/verde di idonee dimensioni. In particolare, saranno previsti due distinti collegamenti a due differenti pozzetti di terra esistenti. L'impianto di terra sarà essenzialmente costituito da:

- n. 1 collettori equipotenziali secondari (locali gruppo "1");
- n. 2 collettori di terra principali (attestati rispettivamente sui quadri Q2 e Q3);
- conduttori di protezione (PE);
- conduttore di terra (CT);
- conduttori equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS).

### 3.2 SPECIFICHE DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA

Il collegamento all'impianto di terra generale sarà effettuato a partire dalle barre di terra attestate sui quadri locali, attraverso idonei conduttori di terra (giallo-verde tipo N07V-K da 25 mm<sup>2</sup>, protetto meccanicamente); alle basse di terra attestate sui quadri locali saranno collegati anche i conduttori di protezione compresi quelli provenienti dai nodi equipotenziali secondari, tutti i conduttori equipotenziali principali ed il conduttore di protezione degli scaricatori di sovratensione (SPD); le sezioni previste per i suddetti conduttori saranno:

- conduttore di terra (CT), da 25 mm<sup>2</sup>;
- conduttori di protezione (PE) connessi alle masse, la cui sezione è determinata in base a quanto riportato nel § 2.3.3;
- conduttori equipotenziali principali (EQP) connessi alle masse estranee, la cui sezione è determinata in base a quanto riportato nel § 2.3.3;
- conduttori equipotenziali supplementari (EQS) connessi alle masse estranee e che fanno capo ai nodi equipotenziali supplementari, da 6 mm<sup>2</sup>;

### 3.3 EGUALIZZAZIONE DEL POTENZIALE

L'egualizzazione del potenziale sarà realizzata, come già esposto, attraverso le due barre equipotenziali attestate rispettivamente sul Quadro Generale Piano Terra e sul Quadro Generale Piano Primo, a cui saranno collegate in maniera visibile e con possibilità di disinserzione e di permanente accessibilità:

- tutte le masse estranee che si trovano ad un'altezza inferiore a 2,5 m;
- tutti i conduttori di protezione delle masse che si trovano ad un'altezza inferiore a 2,5 m;
- tutti i conduttori di protezione collegati agli alveoli di terra delle prese a spina;
- i conduttori di protezione collegati ai nodi equipotenziali secondari presenti nei locali di gruppo "1".

I collegamenti equipotenziali supplementari negli ambienti ordinari saranno realizzati secondo normative vigenti (CEI 64-8/7 art. 701.413) e realizzeranno l'equipotenzialità sulle tubazioni metalliche all'ingresso del locale o su eventuali altre masse estranee in modo da mettere le parti metalliche esposte a contatto allo stesso potenziale; per tali collegamenti saranno utilizzati conduttori di colore giallo/verde con sezione 2,5 mm<sup>2</sup> se entro tubazione incassata o canalina e/o tubazione esterna, sezione 4 mm<sup>2</sup> se cavo annegato

direttamente sotto intonaco o sotto pavimento (CEI 64-8/5 art. 543.1.3 e art. 547.1.2); infine, detti collegamenti andranno eseguiti con collari in acciaio INOX o di ottone per tubazioni di acciaio zincato, in rame o in ottone per tubazioni in rame, in modo da evitare fenomeni corrosivi.

*Valore limite di resistenza verso terra richiesto nel caso di ambienti ordinari e ambienti speciali:*

ambienti ordinari ( $U_c = 50V$ )  $1.000\Omega$ ; pertanto tutte le parti metalliche (masse estranee) con possibilità di contatto aventi resistenza verso terra  $< 1.000\Omega$  dovranno essere connesse al nodo equipotenziale e quindi all'impianto di terra;

ambienti speciali ( $U_c = 25V$ ),  $200\Omega$ ; pertanto tutte le parti metalliche (masse estranee) con possibilità di contatto (cioè situate, o che possono entrare, nella zona paziente) aventi resistenza verso terra  $< 200\Omega$  dovranno essere connesse ai nodi equipotenziali secondari e quindi all'impianto di terra. La sezione nominale dei conduttori equipotenziali non dovrà essere inferiore a  $6mm^2$  in rame. Il nodo equipotenziale dovrà essere posto entro o vicino al locale e dovrà essere collegato al conduttore principale di protezione con conduttore di sezione almeno equivalente a quella del conduttore di sezione più elevata collegato al nodo stesso. Le connessioni dovranno essere disposte in modo che siano chiaramente identificabili, accessibili e scollegabili individualmente.

#### **4. IMPIANTI SPECIALI**

*Impianto telefonico e trasmissione dati*

I locali saranno dotati di un cablaggio strutturato per la telefonia e la trasmissione dati.

La rete telefonica sarà realizzata mediante cavo doppino 2 x 0,3 mmq, mentre la rete di trasmissione dati mediante cavo di rete LAN FPE schermato ctg. 5E. La distribuzione verrà realizzata in condutture indipendenti sottotraccia o su canalina a controsoffitto (condutture dedicate).

Saranno dotati di punti di allacciamento alla rete telefonica/trasmissione dati le segreterie, gli uffici, l'ambulatorio medico, ecc.

*Impianti tecnologici*

Il riscaldamento invernale di tutti i locali dell'edificio sarà realizzato mediante apparecchi radiatori installati a parete. Le suddette apparecchiature garantiranno i giusti livelli di riscaldamento invernali ai fini dell'ottenimento delle condizioni ideali di benessere termo-igrometrico.

#### **5. DISPOSIZIONI FINALI, VERIFICHE E CERTIFICAZIONI**

##### **5.1 OBBLIGHI DELLA DITTA INSTALLATRICE**

Tutti i materiali impiegati e gli apparecchi elettrici installati dalla ditta esecutrice dei lavori dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o, in alternativa, provvisti di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della CEE o con dichiarazione del fabbricante stesso. La ditta installatrice sarà tenuta inoltre ad eseguire l'impianto elettrico attenendosi alle disposizioni progettuali ed effettuando i lavori in conformità alla "regola dell'arte" ed alle norme CEI specifiche. Il rispetto della "regola d'arte" dovrà riguardare, oltre che le modalità di installazione, anche la qualità e le caratteristiche dei materiali ed apparecchiature adoperate. Al termine delle opere di

installazione l'installatore dovrà provvedere alle verifiche previste dalle norme CEI 64-8/6 e dal D.M. n. 37/08.

## 5.2 VERIFICHE INIZIALI E VERIFICHE PERIODICHE

### **Verifiche iniziali**

L'installatore dovrà effettuare:

- l'esame a vista per accertare che le condizioni di realizzazione dell'impianto siano corrette e corrispondenti agli elaborati di progetto;
- la verifica della continuità dei conduttori di protezione, dei collegamenti equipotenziali principali e supplementari per i locali di gruppo 1 e dei conduttori di terra;
- le prove di polarità;
- la misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- la prova della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- la prova di funzionamento dei dispositivi differenziali;
- la misura della resistenza di terra dell'impianto;
- la misura della resistenza verso terra delle masse estranee (per individuare se una parte metallica è una massa estranea cioè se la sua resistenza verso terra è  $< 200\Omega$  per locali del gruppo 1);

Inoltre la ditta installatrice sarà tenuta:

- alla produzione della dichiarazione di conformità dell'impianto alla "regola dell'arte" secondo il modello ministeriale aggiornato alle ultime disposizioni in materia, con allegata la "relazione con tipologia dei materiali utilizzati"; l'installatore completerà la relazione suddetta indicando la denominazione dei quadri elettrici, i modelli, le sigle di tipo, il nome del costruttore e la presenza della Marcatura CE e nella esecuzione del cablaggio deve tenere conto non solo delle prescrizioni della norma CEI EN 60439/1-2-3 (CEI 17-13 parti 1, 2 e 3) ma anche delle prescrizioni della norma CEI 64-8;
- alla produzione della certificazione della misura della resistenza di terra;
- alla compilazione del modello per la denuncia e l'omologazione dell'impianto da parte dell'ISPESL.

### **Verifiche periodiche**

La Ditta esecutrice dei lavori rimane responsabile, ai sensi del D. M. n. 37/08, dell'impianto realizzato e non sarà invece responsabile di sinistri a persone e/o a cose derivanti da manomissioni dell'impianto da parte di terzi, ovvero da carenze di manutenzione e riparazione. L'utente, quindi, sarà responsabile del mantenimento delle condizioni d'efficienza dell'impianto e sarà tenuto ad una sua continua sorveglianza e regolare manutenzione richiedendo in particolare, le necessarie istruzioni alla ditta installatrice, attraverso controlli periodici agli intervalli di tempo sotto precisati effettuati da tecnici qualificati. Tali controlli periodici avranno per oggetto:

*Per i locali ordinari e di gruppo "0":*

- la misura della resistenza di isolamento, da effettuare secondo le prescrizioni del Cap. X della Norma CEI 64-8, ad intervalli non superiori a tre anni;

- la verifica dell'efficienza dell'impianto di terra, ad intervalli non superiore a tre anni;
- l'efficienza del funzionamento dei dispositivi a corrente differenziale ad intervalli non superiori ad un anno (prove per la protezione contro i contatti indiretti, incluse prove di intervento a  $I_{dn}$  dei dispositivi differenziali azionando uno per uno il tasto di prova posto appositamente su ogni interruttore differenziale);
- lo stato delle lampade di sicurezza con gruppo autonomo di emergenza incorporato simulando la mancanza di tensione e controllando la funzionalità di ogni singola lampada e che l'autonomia sia almeno uguale ad 1 ora (almeno ogni anno);
- lo stato dei coperchi delle cassette di derivazione in modo da accertarne l'integrità ed il mantenimento dell'isolamento di partenza.

L'utente terrà un apposito registro, firmato dal responsabile, costantemente aggiornato su cui segnare:

- le prove eseguite;
- i guasti e le relative cause;
- eventuali interventi eseguiti sull'impianto;
- ogni variazione riscontrata rispetto all'ultimo controllo effettuato.

Detto registro dovrà essere tenuto a disposizione per eventuali controlli, al fine di correggere ed eliminare qualsivoglia causa che possa pregiudicare la sicurezza o anomalia si presentasse agli occhi di chi è responsabile dei controlli periodici.

### 5.3 VERIFICHE DI LEGGE

Se sono presenti lavoratori subordinati o ad essi equiparati, e quindi lo studio è soggetto alla Legge n. 547/'55, si deve denunciare l'impianto di terra e devono essere richieste le verifiche di legge da eseguirsi a cura dell' AUSL/ARPA o di Organismo Abilitato. Il verificatore rilascia regolare verbale che deve essere custodito dal titolare ed esibito a richiesta agli organi di vigilanza:

- ogni 2 anni, verifica dell'impianto di terra.