



**COMUNE DI MAROSTICA**

Provincia di Vicenza

Via L. Tempesta, 17 36063 MAROSTICA (VI)

C.F. 82000830248 P.IVA 00255650244

LAVORO

**REALIZZAZIONE DELLA SEDE DELLA PROTEZIONE CIVILE  
2° STRALCIO PALAZZINA PER SERVIZI**

PROGETTO  
ARCHITETTONICO



FRANCESCA FURLANETTO architetto  
Borgo Cattanei 39 31048 San Biagio di Callalta (Tv)  
P.IVA 03533870261 - Tel. 348 3049386 - archeduemila@gmail.com

PROGETTO  
IMPIANTO TERMICO



FARINA ENGINEERING s.r.l.  
Via Motton 59 36061 Bassano del Grappa (Vi)  
P.IVA 02897680241 - Tel. 0424510048 - info@farinaengineering.com



ALLEGATO

**E<sub>1</sub>**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Relazione Specialistica Impianti elettrici e speciali**

DATA

settembre 2016

# INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.0 – ELENCO TAVOLE.....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2.0 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3.0 – OGGETTO DELL'INTERVENTO .....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>4.0 – CRITERI DI PROGETTAZIONE .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>5.0 – DATI DI PROGETTO .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>6.0 – CLASSIFICAZIONE DELLE AREE.....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>6.1 UFFICI, CUCINA, SERVIZI.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>6.2 RIPOSTIGLI E DEPOSITI.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>7.0 – INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO .....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>8.0 CARATTERISTICHE GENERALI E CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE DEGLI<br/>IMIPANTI.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>8.1 IMPIANTI ELETTRICI IN AMBIENTI ORDINARI.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>8.2 IMPIANTI ELETTRICI IN AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>8.2.1 CRITERI DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI NEGLI AMBIENTI A MAGGIOR<br/>RISCHIO IN CASO DI INCENDIO DI MAGGIORN RILEVANZA .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>8.2.2 REQUISITI DELLE CONDUTTURE PER EVITARE LA PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO<br/>.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>8.2.3 PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI<br/>INCENDIO PER L'ELEVATA DENSITA' DI AFFOLLAMENTO O PER L'ELEVATO TEMPO DI<br/>SFOLLAMENTO IN CASO DI INCENDIO O PER L'ELEVATO DANNO AD ANIMALI E COSE ...</b> | <b>13</b> |
| <b>9.0 LINEE DI ALIMENTAZIONE .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>10.0 LINEE DI ALIMENTAZIONE IN CAVO IN BASSA TENSIONE.....</b>   | <b>14</b> |
| <b>11.0 CANALIZZAZIONI.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>12.0 QUADRI ELETTRICI .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>13.0 IMPIANTO DISTRIBUZIONE TERMINALE.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>13.1 IMPIANTO FM.....</b>  | <b>20</b> |
| <b>13.2 ALIMENTAZIONE IMPIANTI TECNOLOGICI.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>13.3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>13.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE IN EMERGENZA .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>14.0 IMPIANTO SPECIALI DI SICUREZZA.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>14.1 PREDISPOSIZIONE IMPIANTO ALLARME INTRUSIONE.....</b>  | <b>22</b> |
| <b>15.0 IMPIANTO DI TERRA E EQUIPOTENZIALE.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>16.0 PREDISPOSIZIONI.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>17.0 PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA - CALCOLI .....</b>   | <b>24</b> |
| <b>17.1 – Protezione contro i contatti diretti .....</b>  | <b>25</b> |
| <b>17.2 – Protezione contro i contatti indiretti .....</b>  | <b>25</b> |
| <b>17.3 – Sezione dei conduttori .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>17.4 – Protezione contro le sovracorrenti .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>17.5 – Protezione contro le sovratensioni .....</b>  | <b>26</b> |
| <b>17.6 – Dimensionamento tubazioni elettriche.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>17.7 – Caduta di tensione.....</b>   | <b>28</b> |

## 1.0 – ELENCO TAVOLE

| <b>Tavola</b> | <b>Tipo impianti</b>          | <b>Descrizione</b>         | <b>Scala</b> |
|---------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|
| E01           | IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI | PIANI TERRA – PRIMO        | 1:50         |
| E02           | IMPIANTI ELETTRICI            | SCHEMI ELETTRICI UNIFILARI | NO SCALA     |

## 2.0 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici eseguiti hanno integralmente rispettato le seguenti disposizioni legislative e normative;

- D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Legge n°168 del 1 marzo 1968 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- Legge n°791 del 18 ottobre 1977 – Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- Decreto Legislativo n. 472 del 4-12-1992 di recepimento della direttiva 89/336/CEE sulla compatibilità elettromagnetica;
- Decreto del 22.01.2008 n.37; Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Norme CEI 11.1 (1987) - CEI 11-8 (1989) - CEI 11-17 (1992) - CEI 11-18 (1983) - CEI 17-13/1 (1990)
- Norme CEI 23-3 Fascicolo 452 – CEI 23-5 - CEI 23-9 - CEI 23-25 Fascicolo 1176
- Norme CEI 23-38 Fascicolo 1026 – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a bassa sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;
- Norma CEI 34-22 “apparecchi per l'illuminazione d'emergenza”;
- Norma CEI 64-8 (1992) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in cc;
- Norma CEI 81-10 – protezione della struttura contro i fulmini;
- Norma CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-17; Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- Norma CEI 11-27: Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 11-27/1: Esecuzione dei lavori elettrici. Parte 1: Requisiti minimi di formazione per lavori non sotto tensione su sistemi di Categoria 0, I, II e III e lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I
- Norma CEI EN 60439-1 CEI 17-13/1; Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- Norma CEI EN 60439-2 CEI 17-13/2; Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre
- Norma CEI EN 60439-3 CEI 17-13/3; Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI-UNEL 35011; Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione (solo cavi non armonizzati)
- CEI-UNEL 35024/1; Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35024/2; Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35026; Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- Norma CEI 20-11; Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi di energia e segnalamento
- Norme CEI 20-19/ varie parti, relative ai cavi con isolamento reticolato e in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- Norme CEI 20-20/ varie parti, relative ai cavi con isolamento in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norma CEI 20-21; Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1 in regime permanente (fattore di carico 100%);

- Norme CEI 20-22/ varie parti, relative alle prove sui cavi e relativi metodi;
- CEI 20-27; Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione (solo cavi armonizzati 450/750V)
- Norme CEI 20-36/ varie parti, relative ai metodi e alle prove di resistenza al fuoco sui cavi;
- Norma CEI 20-38/1; Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte I - Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1 kV
- Norma CEI 20-40; Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- Norma CEI 20-45; Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale  $U_0/U$  di 0,6/1 kV
- Norma CEI 20-63; Norme per giunti, terminali ciechi e terminali per esterno per cavi di distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV
- Norma CEI 20-65; Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- Norma CEI 20-67; Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- Norma CEI EN 60898 CEI 23-3; Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- Norma CEI 23-39; Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali
- Norma CEI 23-46; Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- Norma CEI 23-51; Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- Norma CEI 23-54; Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- Norma CEI 23-56; Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- Norma CEI EN 60598-1 CEI 34-21; Apparecchi di illuminazione - Parte I: prescrizioni generali e prove;
- Norma CEI 34-22; Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza
- Norma CEI EN 60598-2-1 CEI 34-23; Apparecchi di illuminazione - Parte II: apparecchi fissi per illuminazione generale;
- Norma CEI 64-8; Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 64-12; Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- Norma CEI 81-3 - Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- Norma CEI EN 50164-1 - CEI 81-5 - Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- Norma CEI EN 61663-1 - CEI 81-6 - Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione. Parte 1: Installazioni in fibra ottica
- Norma CEI EN 61663-2 - CEI 81-9 - Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione. Parte 2: Linee in conduttori metallici
- Norma CEI EN 62305-1 - CEI 81-10/1 - Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali
- Norma CEI EN 62305-2 - CEI 81-10/2 - Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio
- Norma CEI EN 62305-3 - CEI 81-10/3 - Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- Norma CEI EN 62305-4 - CEI 81-10/4 - Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
- Norma CEI CLC/TR 50469 - CEI 81-11 - Impianti di protezione contro i fulmini. Segni grafici
- Norma CEI EN 50164-3 - CEI 81-12 - Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC). Parte 3: Prescrizioni per gli spinterometri
- Norma CEI 82-25 – Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
- Norma UNI EN 12464; Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni;
- Norma UNI EN 1838; Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza;

Sono altresì applicabili a tutti gli effetti eventuali altre leggi e regolamenti emanati in corso d'opera e le prescrizioni dei vari soggetti aventi titolo, come ad esempio:

- il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco;
- la Soprintendenza per i BB.AA. competente per territorio;
- gli Organismi di Vigilanza e di Controllo per gli ambienti di lavoro;
- gli Organismi e le società di distribuzione del gas;
- le società di distribuzione e di fornitura di energia elettrica;
- le società di fornitura di servizi telefonici e di trasmissione dati;
- altri Enti o soggetti sopra non elencati, le cui norme interne o esterne ed i cui regolamenti devono essere rispettati.

In mancanza di normativa nazionale relativa agli impianti, in presenza di normativa più aggiornata europea o normalizzata europea, verrà adottata quella più aggiornata.

Tabelle di unificazione UNI-CEI-UNEL.

Le prescrizioni dell'Istituto per il marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.

Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da eventuali Enti ed applicabili agli impianti elettrici e alle loro parti componenti.

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto dovrà essere rispondente alle norme succitate, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.

### **3.0 – OGGETTO DELL'INTERVENTO**

Oggetto dell'intervento è l'esecuzione degli impianti elettrici, elettronici e speciali, in conformità alle attuali disposizioni normative e legislative vigenti per la REALIZZAZIONE DELLA SEDE DELLA PROTEZIONE CIVILE 2° STRALCIO PALAZZINA PER SERVIZI, da edificarsi nel comune di MAROSTICA in provincia di VICENZA.

Tutti i lavori elettrici riguardano impianti utilizzatori a tensione nominale inferiore ai 1000V in c.a. e 1500V in c.c., e pertanto rientrano nei sistemi di 1ª categoria come definita dalla Norma CEI 64-8/1 fasc. 7321C quinta Edizione.

Gli impianti elettrici, di comunicazione e speciali a servizio dell'intervento si possono così elencare:

- impianto equipotenziale e di terra;
- linee di alimentazione in cavo di BT;
- canalizzazioni;
- quadri elettrici;
- impianto distribuzione luce ordinaria;
- impianto di illuminazione di emergenza;
- impianto distribuzione fm;
- predisposizione impianto allarme intrusione;
- predisposizioni generiche;

### **4.0 – CRITERI DI PROGETTAZIONE**

In linea di principio la progettazione ha seguito i criteri sotto elencati:

- in funzione degli aspetti legati all'esercizio per:
  - ridurre le possibili cause di disservizio;
  - consentire di effettuare una facile manutenzione e risoluzione di eventuali disservizi;
- in funzione degli aspetti di comfort:
  - corredare gli ambienti di punti di comando luce e prelievo di energia elettrica per facilitare l'utilizzo di strumenti e apparecchiature in dotazione al personale interno;
  - prevedere l'implementazione di impiantistica specialistica, dotando gli ambienti e gli impianti con predisposizioni e maggiorazioni sulle dimensioni di scatole – canali e tubazioni;
- in funzione degli aspetti energetici per:
  - minimizzare i consumi termici adottando sistemi di regolazione;
  - utilizzo di corpi illuminanti (illuminazione ordinaria) con tecnologia a LED;
  - utilizzo di corpi illuminanti (illuminazione in emergenza) con tecnologia a LED;

## 5.0 – DATI DI PROGETTO

I dati principali per l'esecuzione della presente progettazione possono essere suddivisi per punti come segue:

|   |   |
|---|---|
| Destinazione d'uso:   | UFFICI – CUCINA – SPOGLIATOI - SERVIZI  |
| Classificazione locali:   | [vedi par. 6]   |
| Norme di rispetto:  | [vedi par. 2]   |
| Vincoli da rispettare:  | nessuno   |
| Sistema di distribuzione:   | Trifase TT  |
| Tensione fornitura:   | 400V  |
| Tensione impianto in oggetto:   | 400V  |
| Frequenza:  | 50 Hz   |
| Cadute di tensione massime sulla rete di distribuzione:                                 | 3,5%  |
| Margine di sicurezza assunto sulla portata dei cavi:                                    | 12%   |
| Livelli d'illuminamento raccomandati: UNI EN 12464 e UNI 10840                          | Uffici: $\geq 500$ lux;<br>Servizi e ripostigli: $\geq 100$ lux UGR:25 Ra:80;<br>Locali tecnici: $\geq 100$ lux                               |
| Illuminazione di sicurezza  | Illuminazione d'emergenza vie d'esodo $\geq 5$ lux  |
| Tempo di intervento suggerita dalla norma CEI 64-8, sez. 710 per impianti di sicurezza: | breve $t \leq 0,5s$ per illuminazione di sicurezza  |
| Autonomia servizi di sicurezza:   | 30min per illuminazione di sicurezza  |
| Temperatura e umidità di Riferimento (per siti al coperto):                             | temperatura: limiti +5 - +40 °C, massimo gradiente di variazione: 10 °C/h<br>umidità: relativa 5 - 95%, massima assoluta: 28 g/m <sup>3</sup> |

## 6.0 – CLASSIFICAZIONE DELLE AREE

Gli impianti oggetto della presente sono ubicati all'interno di aree e locali aventi destinazione d'uso:

- cucina, spogliatoi, servizi al piano terra;
- uffici e servizi al piano primo

### 6.1 UFFICI, CUCINA, SERVIZI

Gli impianti oggetto della presente saranno ubicati all'interno di aree e locali aventi diverse destinazioni d'uso. In base alla destinazione d'uso ad a eventuali rischi specifici, ogni locale può essere identificato ai fini della presente, come "ordinario", ovvero soggetto alle normative generali (es. CEI 64-8, CEI 81-10, ecc.) se:

- non risulta soggetto a specifiche norme tecniche CEI ad esempio CEI 31-35;
- non risulta soggetto a CPI o comunque non presenta rischi di incendio;
- non presenta particolari rischi per gli occupanti, per le cose o per la proprietà legati per qualche motivo all'impianto elettrico.

Nel caso le caratteristiche di cui sopra non risultassero vere, uno o più locali possono essere classificati ai fini del realizzo dell'impianto elettrico, come locali di tipo diverso da "Ordinario", ad esempio a maggior rischi in caso di incendio. Di seguito verranno indicate le aree e/o i locali aventi particolari rischio e destinazioni d'uso tali da classificare gli stessi diversamente da locali di tipo "Ordinario".

### 6.2 RIPOSTIGLI E DEPOSITI

I locali dell'attività destinati a depositi e locali tecnologici sono classificabili come "**ambienti a maggior rischio in caso di incendio**" secondo le CEI 64-8/7 Sezione 751 in quanto configurabile la situazione prevista all'articolo:

- **751.03.4:** ambienti a maggior rischio d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali;

**Luogo a maggior rischio in caso di incendio di Tipo C.**

Tutti i circuiti del locale bagno o doccia devono essere protetti da un interruttore differenziale con I<sub>dn</sub> 30 mA (non occorre che sia dedicato al locale da bagno o doccia) ad esclusione dei circuiti SELV o che alimentano un apparecchio tramite un trasformatore (separazione elettrica).

Trovandosi nella situazione in cui la pulizia dei piatti doccia potrebbe essere prevista con getti d'acqua tutti i componenti elettrici posti entro le suddette Zone devono avere grado di protezione minimo IPX5.

E' stato precisato (dalla norma) che la possibilità di installare lo scaldacqua in zona 1 e in zona 2

è limitata allo scaldacqua "elettrico", lo scaldacqua a gas si può installare in zona 1, se non ha nulla di elettrico (si inserisce la presente precisazioni, solo qualora vi sia una modifica all'impianto idro-termo sanitario; al momento della stesura del progetto esecutivo non viene sono previsto nessun tipo di scaldacqua elettrico e/o a gas).

Deve inoltre essere realizzato il collegamento equipotenziale supplementare (EQS) sulle tubazioni che entrano dal locale da bagno o doccia e lo stesso può essere realizzato vicino all'ingresso del locale, non solo all'interno ma anche all'esterno del locale ma pur sempre in vicinanza, inoltre le tubazioni metalliche con guaina isolate devono essere collegate all'EQS, a meno che la parte metallica sia inaccessibile (diventa accessibile se viene collegata ad apparecchi metallici accessibili).

## **7.0 – INQUADRAMENTO LEGISLATIVO E NORMATIVO**

Gli impianti elettrici di utilizzazione e di autoproduzione sono soggetti alle disposizioni del DM 37/08 del 22 gennaio 2008 riguardante la sicurezza degli impianti stessi. Tale decreto prescrive che devono sottostare allo stesso (art. 1 punto 1) gli impianti posti al servizio degli edifici a prescindere dalla loro destinazione d'uso e che possono essere catalogati in impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica dal punto di consegna dell'energia fornita dall'ente distributore (art. 1 punto 2a). Altresì sono soggetti all'applicazione di tale legge (art. 1 comma 2). Allo stesso Decreto ministeriale devono sottostare gli impianti per la protezione contro le scariche atmosferiche (art. 1 punto 2a) e gli impianti radiotelevisivi, le antenne e gli impianti elettronici in genere (art. 1 punto 2b).

Il DM 37/08 prescrive inoltre all'art. 5 punti 1 e 2 che per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento degli impianti sopra citati è obbligatoria la redazione del progetto da parte di professionisti, iscritti negli albi professionali nell'ambito delle rispettive competenze. La redazione di tale progetto è obbligatoria (art. 5 punto 2) se gli impianti elettrici rientrano in uno qualsiasi dei seguenti casi:

- a) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera a del DM 37/08, per tutte le utenze condominiali e le utenze domestiche di singole unità abitative aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o per le utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 m<sup>2</sup>;
- b) impianti elettrici realizzati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali è obbligatorio il progetto ed in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200VA resa dagli alimentatori;
- c) impianti di cui all'art. 1, comma 2, lettera a del DM 37/08, relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6kW o qualora la superficie superi i 200 mq;
- d) impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o

per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio in caso d'incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200mc;

- e) impianti di cui all'art. 1 comma 2 lettera b dello stesso decreto, relativi agli impianti elettronici in genere quando coesistano con impianti elettrici con l'obbligo di progettazione;
- f) .....

In merito agli ambiti legislativi è da ricordare inoltre che tutti gli impianti elettrici devono sottostare alle disposizioni della Legge 1 Marzo 1968, n. 186; tale legge stabilisce quanto segue:

**Art. 1** - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte.

**Art. 2** - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del comitato elettrotecnico italiano si considerano costruiti a regola d'arte.

Principalmente, per quanto in esame, la norma CEI di riferimento da seguire nell'esecuzione degli impianti elettrici è la 64-8 sesta edizione 2007 fascicoli 8608, 8609, 8610 8611, 8612, 8613 e 8614. In particolare per l'edificio scolastico si applicano le regole generali le quali sono sufficienti per eseguire l'impianto elettrico.

## **8.0 CARATTERISTICHE GENERALI E CRITERI GENERALI PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI**

Come indicato nei capitoli precedenti, a seconda della classificazione degli ambienti di installazione, l'impianto elettrico dovrà rispondere a specifiche caratteristiche tecniche e di sicurezza.

### **8.1 IMPIANTI ELETTRICI IN AMBIENTI ORDINARI**

Gli impianti elettrici da realizzare all'interno di ambienti e/o aree esenti da specifici pericoli e definiti come riportato nei capitoli precedenti, ambienti di tipo ordinario, dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle Norme CEI 64-8 ed altre Norme CEI di carattere generale.

Gli impianti dovranno inoltre essere realizzati nel rispetto del D.Lgs. n.81/08.

### **8.2 IMPIANTI ELETTRICI IN AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO**

I locali/ambienti classificati in base alle indicazioni della Norma CEI 64-8/7 come luoghi a maggior rischio in caso di incendio, sono soggetti per quanto riguarda le modalità di esecuzione degli impianti elettrici al loro interno, a quanto prescritto dalla stessa norma tecnica.

Nello specifico gli impianti dovranno essere eseguiti conformemente a quanto riportato nel paragrafo **751.04 – “Criteri di esecuzione degli impianti elettrici negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio”**.

#### **8.2.1 CRITERI DI ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI NEGLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO DI MAGGIOR RILEVANZA**

I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

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

Tutti i componenti elettrici devono rispettare le prescrizioni contenute nella Sezione 422-PROTEZIONE CONTRO GLI INCENDI, sia in funzionamento ordinario dell'impianto sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione.

Gli apparecchi d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili. Salvo diversamente indicato dal costruttore, per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere almeno:

- 0,5 m: fino a 100 W;
- 0,8 m: da 100 a 300 W;
- 1 m: da 300 a 500 W

NOTA Gli apparecchi d'illuminazione con lampade che, in caso di rottura, possono proiettare materiale incandescente, quali ad esempio le lampade a LED, devono essere del tipo con

schermo di sicurezza per la lampada e installati secondo le istruzioni del costruttore.

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

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali riscaldatori, resistori, ecc., non devono raggiungere temperature più elevate di quelle relative agli apparecchi d'illuminazione.

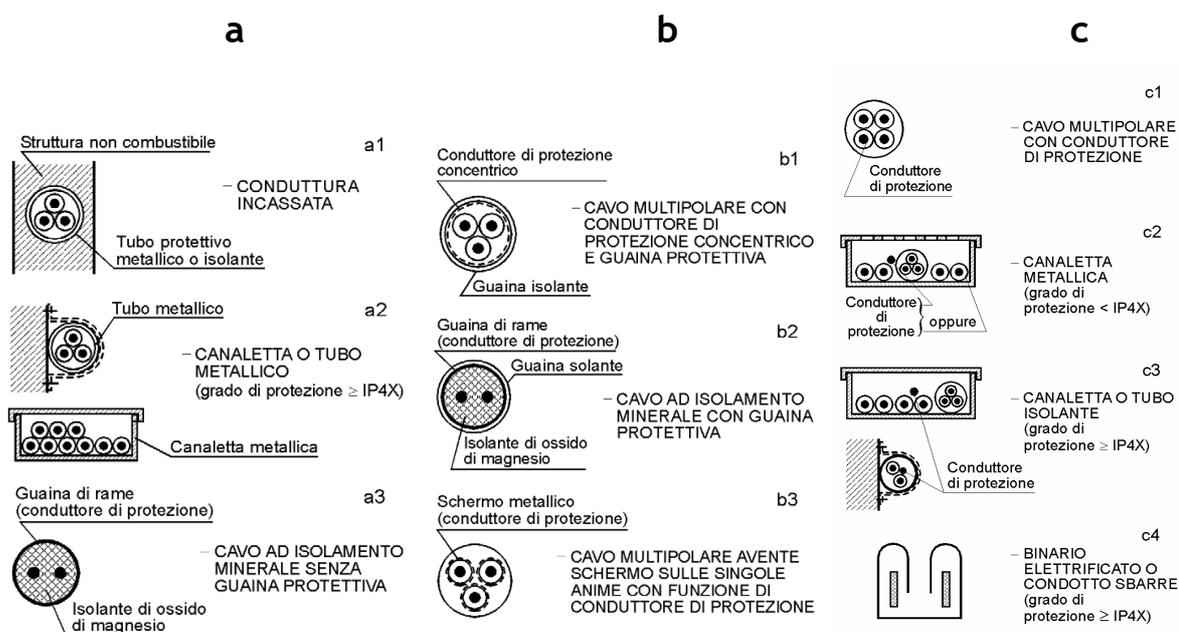
Questi apparecchi devono essere per costruzione o installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

Le condutture che attraversano questi luoghi, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che le connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco (come definita nelle relative norme di prodotto), per esempio soddisfino le prescrizioni per scatole da parete in accordo con la Norma CEI EN 60670 (CEI 23-48).

Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.

I conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari.

Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in a), b), c):



I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti; sia

di quelli che attraversano i luoghi in esame, sia quelli che si originano nei luoghi stessi (anche per alimentare apparecchi utilizzatori contenuti nel luogo a maggior rischio in caso di incendio).

Per le condutture di tipo c), i circuiti devono essere protetti, oltre che con le protezioni generali del Capitolo 43 e della Sezione 473 della Norma CEI 64-8, in uno dei modi seguenti:

- Nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300 mA anche ad intervento ritardato;
- Quando i guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante, la corrente differenziale nominale deve essere  $I_{dn} = 30$  mA;
- Quando non sia possibile, per esempio per necessità di continuità di servizio, proteggere i circuiti di distribuzione con dispositivo a corrente differenziale avente corrente differenziale non superiore a 300 mA, anche ad intervento ritardato, si può ricorrere, in alternativa, all'uso di un dispositivo differenziale con corrente differenziale non superiore a 1 A ad intervento ritardato.

Sono escluse dalle prescrizioni le condutture:

- facenti parte di circuiti di sicurezza;
- racchiuse in involucri con grado di protezione almeno IP4X, ad eccezione del tratto finale uscentedall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore.

## **8.2.2 REQUISITI DELLE CONDUTTURE PER EVITARE LA PROPAGAZIONE DELL'INCENDIO**

Per le condutture di tipo b) e c) la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi indicati nei punti a), b), c) seguenti:

a) utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la Norma CEI EN 50265 (CEI 20-35) quando:

- sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
- i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione almeno IP4X;

b) utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" installati in fascio in conformità con la Norma CEI EN 50266 (CEI 20-22 cat. II e/o cat. III); peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI EN 50266 per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in c);

c) adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17. Inoltre, devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio. Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate (art. 527.2).

## **8.2.3 PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER GLI AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO PER L'ELEVATA DENSITA' DI AFFOLLAMENTO O PER L'ELEVATO TEMPO DI SFOLLAMENTO IN CASO DI INCENDIO O PER L'ELEVATO DANNO AD ANIMALI E COSE**

Per i cavi delle condutture di tipo b) e c) si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti.

A tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH) rispondenti alle Norme CEI EN 50266 (CEI 20-22), CEI EN 50267 e CEI EN 50268 (CEI 20-37) per quanto riguarda le prove.

Le tipologie di cavo sopra riportate sono conformi alle Norme CEI 20-13, CEI 20-38 e alla Norma CEI 20-20/15.

## **9.0 LINEE DI ALIMENTAZIONE**

L'alimentazione elettrica dell'impianto sarà derivata dal CONTATORE DI ENERGIA posto all'esterno in prossimità della recinzione e sarà alimentato alla tensione di 400V. La potenza impegnata viene ad essere stimata sul valore di 20Kw.

Le linee elettriche principali di alimentazione saranno di tipo FG7OR 0,6/1 KV di sez. indicata negli schemi elettrici per i percorsi esterni interrati.

Dal contatore di ENERGIA ELETTRICA previsto lungo la recinzione esterna, partirà la linea principale che andrà ad alimentare l'edificio;

Dal QUADRO PUNTO CONSEGNA (Q.PC 00), sottoposto a revisione e intergazione, posto in prossimità del contatore di energia partirà la linea di alimentazione per il seguente quadro:

- **QUADRO GENERALE PALAZZINA UFFICI (Q.G-UF 02);**

Dal quadro generale Q.G-UF 02 posto nel locale tecnico, saranno derivate le linee che alimentano le diverse utenze secondarie all'interno dei locali del piano terra e verrà derivato il Quadro Uffici Piano Primo (Q.U-PP 02.1)

All'interno dei quadri saranno presenti i vari interruttori di protezione da cui partono le diverse linee di alimentazione agli utilizzatori.

## **10.0 LINEE DI ALIMENTAZIONE IN CAVO IN BASSA TENSIONE**

I conduttori da impiegarsi dovranno essere di tipo non propaganti l'incendio (secondo le Norme CEI 20-22) e nell'edificio residenziale anche a bassissima emissione di gas tossici. E precisamente:

- **N07V-K (grado di isolamento 450/750):** per gli impianti nei locali tecnici esterni all'edificio sanitario in cui si utilizzano tubi protettivi in PVC o canaline in materiale termoplastico;
- **FG7OR 0,6/1 kV (grado di isolamento 600/1000):** per gli impianti nei locali tecnici esterni all'edificio sanitario in cui si utilizzano tubazioni metalliche, tubazioni interrate, canaline metalliche;

Nell'esecuzione degli impianti sarà posta ogni cura ai fini di una corretta segregazione fisica dei circuiti a tensione diversa ed a diverso livello di sicurezza. Si dovranno pertanto usare

canalizzazioni, separate tramite setti divisori e/o tubazioni separate per il contenimento dei seguenti gruppi di circuiti:

- **Circuiti normali luce e F.M.;**
- **Circuiti di emergenza e uscite di sicurezza;**
- **Circuiti telefonici e dati;**
- **Circuiti allarme antintrusione;**
- **Circuiti video citofonici e TVCC (videocontrollo circuito chiuso);**

I conduttori a tensione diversa da 230 /400 V dovranno essere alloggiati in tubazioni o scomparti diversi da quelli destinati ai circuiti a tensione 230 / 400 V.

Non è ammesso usare la stessa canalizzazione per i vari circuiti anche se si utilizzano, per i cavi a tensione ridotta, cavi isolati aventi lo stesso grado di isolamento di quelli a tensione più elevata.

Le sezioni minime dei conduttori impiegate nella realizzazione delle dorsali dei circuiti dovranno essere:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione e comando;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per le prese da 10 A e i circuiti di illuminazione;
- 4 mm<sup>2</sup> per le prese da 16 A, dorsali F.M.

I cavi unipolari di tipo N07V-K per energia saranno inoltre contraddistinti dalle seguenti colorazioni:

- nero, grigio, marrone: fase delle linee di distribuzione;
- blu chiaro: neutri
- giallo/verde: conduttori di protezione ed equipotenziale

Per i cavi multipolari di tipo FG7OR, FTG10OM1, FG7OM1 0,6/1 kV, saranno utilizzate le colorazioni delle anime dei singoli conduttori, per tale individuazione **non saranno ammesse nastrature di nessun tipo, soprattutto per i conduttori di protezione.** I cavi di energia unipolari, invece, saranno opportunamente contrassegnati con fascette o collari in PVC.

Non saranno ammessi altri colori ad eccezione per gli impianti di categoria zero e per i circuiti di comando, purché diversi da quelli sopra elencati e comunque ammessi dalla Tabella CEI-UNEL 00722.

Tutti i cavi dovranno riportare stampigliato oltre al marchio IMQ, la sigla di designazione secondo le tabelle CEI-UNEL 35011, il numero di conduttori x la sezione ed il nome del costruttore.

Tutti i cavi saranno provvisti alle due estremità di opportuni contrassegni di origine e destinazione, e di opportuni contrassegni di identificazione lungo i percorsi nelle canaline portacavi.

I singoli circuiti utilizzatori dovranno essere opportunamente distribuiti sulle diverse fasi in modo da contenere il più possibile lo squilibrio delle fasi.

La differenza fra tensione a vuoto e la tensione a carico riscontrata in qualsiasi punto dell'impianto quando siano inseriti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente, mantenendo

costante la tensione di alimentazione, non dovrà superare il 4%, rispetto alla tensione misurata contemporaneamente all'inizio ed alla fine dell'impianto stesso.

In ogni caso la densità di massima corrente, indipendentemente dalle sezioni ricavate in funzione della caduta di tensione, non deve superare l'80% di quella ricavabile dalle Tabelle CEI-UNEL 35024-70.

## 11.0 CANALIZZAZIONI

A seconda dei diversi ambienti e delle diverse normative applicate i cavi correranno entro i seguenti tipi di TUBAZIONI:

- **Rigide plastiche** (per posa in vista):

pesanti, non propagabili la fiamma, recanti marchio IMQ, piegabili a freddo o a caldo.

- **Flessibili plastiche** (per posa sottotraccia):

saranno utilizzati solo i tipi pesanti, recanti il marchio IMQ.

- **Guaine flessibili** (per collegamenti esterni):

saranno del tipo con anima in PVC rigido, lisce internamente ed equipaggiate con bocchettoni di raccordo di tipo adatto alla guaina.

- **Tubi cavidotti a doppia parete in PVC flessibile** (per impieghi sotterranei):

Saranno utilizzati solo i tipi pesanti, recanti il marchio IMQ.

Ove verrà prescritto nel progetto esecutivo i cavi correranno all'interno di opportune canaline in materiale isolante con coperchio e setti separatori, tali canalizzazioni saranno dotate di marchio IMQ e dovranno essere corredate di tutti i rispettivi accessori (divisori, congiunzioni, ecc..). Inoltre per i cambiamenti di quota o direzione, si dovranno impiegare solamente gli appositi elementi (curve ad angolo, di salita, discesa, ecc..).

Dove verranno utilizzate tubazioni incassate queste dovranno essere di diversa colorazione in funzione dei circuiti in essi contenuti, ad esempio:

- colore nero - impianto di distribuzione forza motrice;
- colore blu - impianto di illuminazione;
- colore verde - impianto telefonico;
- colore azzurro - impianto chiamata;
- colore marrone - impianto trasmissione dati e telefonico,
- colore lilla - impianto televisivo.

Le giunzioni tra tubi protettivi flessibili corrugati, dello stesso diametro, dovranno essere effettuate mediante opportuno giunto in PVC trasparente.

Tutte le tubazioni e le canalizzazioni saranno posate con almeno il 50% di spazio non occupato da conduttori, al fine di avere una riserva per futuri ampliamenti e garantire la massima facilità di sfilabilità dei conduttori.

Le scatole e le cassette di derivazione dovranno essere equipaggiate con tutti gli accessori (raccordi per tubo, pressacavi, ecc.) necessari a garantire all'impianto la protezione richiesta. Le dimensioni minime ammesse per cassette di derivazione installate su canali posacavi o conduttura

di dorsale 150x110 mm (o equivalente) per le cassette di derivazione, di transito o di attestazione all'interno dei locali è di 100 mm di lato.

In tutti i casi le cassette e le scatole devono essere costruite in modo che nelle condizioni usuali di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei. Inoltre le cassette e le scatole devono essere di materiale e di costruzione tali da sopportare senza deformazione le sollecitazioni meccaniche e termiche a cui vengono sottoposte durante le fasi di esercizio.

Le cassette o le scatole in materiale termoplastico devono essere autoestinguenti. Il coperchio delle stesse cassette o scatole deve essere apribile solo con attrezzo, per consentire l'ispezione all'interno ed essere opportunamente contrassegnate.

Le parti in tensione devono essere protette contro i contatti accidentali.

Il collegamento dei conduttori deve essere effettuato con idonee morsettiere fissate in maniera tale da evitare l'allentamento, dei conduttori stessi, per vibrazioni. All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere saranno in poliammide 6.6 di tipo fisso e componibili, mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali saranno in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie con l'esclusione tassativa di derivazioni eseguite con nastro isolante o con morsetti di tipo "a mammouth". Il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto. La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori: Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quella dei cavi che ivi saranno attestati.

Tutte le cassette dovranno essere contrassegnate in maniera ben visibile con etichette adesive in tela plastificata (dim. 14x19 mm o 22x40 mm), indicanti il circuito di appartenenza e poste, per quanto possibile, sul fianco della cassette in linea o in prossimità delle condutture in ingresso; diversamente dovranno essere contrassegnate sul retro del coperchio qualora sussistano fattori estetici o finiture delle superfici che rivestano carattere artistico.

Negli eventuali attraversamenti di solai e delle pareti, con caratteristiche REI, saranno installate apposite barriere tagliafiamma tali da ripristinare la compartimentazione antincendio originaria dei solai e pareti attraversate dalle reti di canalizzazione, passerelle e tubazioni. Tutti i materiali per tale esecuzione dovranno avere una classificazione minima REI 90, dovranno essere provvisti di certificazione di collaudo e di relazione di prova secondo le norme e decreti attualmente in vigore.

## **12.0 QUADRI ELETTRICI**

I quadri saranno progettati, assiemati e collaudati in totale rispetto delle seguenti normative: IEC 439.1 (CEI 17.13.1) e IEC 529 (CEI 70.1) riguardanti l'assieme di quadri prefabbricati AS e ANS. Nella costruzione dei quadri si dovranno considerare le diverse condizioni di servizio. I quadri elettrici saranno installati all'interno di locali chiusi.

L'intervento consiste nella realizzazione dei seguenti quadri elettrici:

REVISIONE Q.PC 00 – REVISIONE QUADRO PUNTO CONSEGNA ENEL

Q.G-UF 02 - QUADRO GENERALE PALAZZINA UFFICI

Q.U-PP 02.1 - QUADRO UFFICI PIANO PRIMO

Le correnti nominali di corto circuito, previste per i quadri, saranno quelle riportate sugli schemi relativi e nella relazione di calcolo della rete elettrica, la durata delle correnti di corto circuito sarà assunta per 1 secondo.

I quadri elettrici saranno dimensionati secondo le caratteristiche meccaniche ed elettriche contenute negli elaborati di progetto "Schemi quadri elettrici".

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto. All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinti da targhette di identificazione. Dovrà essere previsto uno spazio pari al 20 % dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

La struttura dei quadri sarà realizzata con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 15/10 o 10/10. I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti.

I pannelli posteriori dovranno essere di tipo incernierato con cerniere a scomparsa.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno. Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali. Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio. Tutte le parti metalliche del quadro saranno collegate a terra (in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI 17.13/1).

Dovrà essere studiato altresì la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti o uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere. A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si attesteranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi coprimorsetti, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mm<sup>2</sup>.

Tutti i conduttori sia ausiliari che di potenza (salvo la prescrizione s.d.) si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

Il conduttore di protezione dovrà essere in barra di rame dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio. Nel caso in cui le linee di uscita siano costituite da cavi di grossa sezione o da più cavi in parallelo, e' sconsigliabile il collegamento diretto sui contatti degli interruttori in modo da evitare eventuali sollecitazioni meccaniche.

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

## **13.0 IMPIANTO DISTRIBUZIONE TERMINALE**

La distribuzione terminale viene ad essere costituita dall'insieme di condutture e punti di utilizzo (apparecchi illuminanti, prese FM, punti di comando, ecc.) all'interno dei vari locali, derivati dal quadro di zona (o di piano) tramite la distribuzione secondaria.

Gli impianti terminali potranno essere eseguiti all'interno delle contro pareti o sopra al controsoffitto, a seconda del tipo di locale considerato e della tipologia delle strutture (controsoffitto, pavimento sopraelevato, pareti in muratura, pareti divisorie con intercapedine,...).

I cavi utilizzati saranno di tipo FG7(O)R-0.6/1 kV per la posa entro cavidotti metallici (tubi metallici, canali, travi attrezzate, ecc.) e di tipo N07V-K per la posa entro tubazioni plastiche in vista o sottotraccia (intesa come posa dentro contro pareti).

### **13.1 IMPIANTO FM**

Nei vari locali sono previste le seguenti utilizzazioni degli impianti di FM:

- Prese 2x10/16A+T per postazioni computer alimentate dalla rete FM derivata dal quadro di zona (o di piano);
- Prese di servizio e per pulizie di tipo civile 2x10/16A+T alimentate dalla rete F.M. derivate dai quadri di zona (o di piano);
- Punti di alimentazione diretti per utenze specifiche (aspiratori, serrande, pompe,...)

L'impianto dovrà essere realizzato secondo quanto indicato nelle tavole grafiche di progetto e specificato negli elaborati di computazione.

Le prese a spina dovranno essere installate in modo da rispettare le condizioni d'impiego per le quali sono state costruite, l'asse di inserzione delle prese deve risultare ad una altezza dal piano di calpestio di almeno 175 mm se a parete, con montaggio incassato o sporgente; di almeno 70 mm se da canalizzazione o zoccoli e di almeno 40 mm se da torrette o calotte sporgenti dal pavimento.

L'operazione di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina possono essere sottoposte durante l'esercizio non devono allentare il fissaggio né sollecitare i morsetti di collegamento. Devono avere gli alveoli schermati ed il grado di protezione previsto, secondo quanto indicato e prescritto dalla normativa vigente.

### **13.2 ALIMENTAZIONE IMPIANTI TECNOLOGICI**

Sono previste le linee di alimentazione delle utenze a servizio dell'impianto meccanico e di regolazione (vedasi punti allacciamento – collegamento all'interno del Computo Metrico Estimativo della sezione ELETTRICO).

Tali linee saranno derivate direttamente dai QUADRI ELETTRICI PREVISTI.

### **13.3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA**

E' prevista l'installazione di apparecchi d'illuminazione dotati di messa a terra e con grado di protezione adatto al tipo di ambiente in cui sono collocati; saranno di tipo tale da consentire una facile pulizia e limitare al massimo accumuli di polvere.

Circa il dimensionamento attualmente previsto degli apparecchi illuminanti in tali ambienti, si è fatto riferimento ai valori proposti per la normalizzazione europea, affinché sia garantito un livello di illuminazione sufficiente (vedasi capitoli precedenti).

La scelta dei nuovi apparecchi d'illuminazione nell'area di edificio oggetto d'intervento dovrà essere concordata prima della fornitura con la D.LL..

Tutti gli interruttori, deviatori, invertitori e pulsanti, per comando luci, dovranno essere inseriti sul conduttore di fase ed avranno modulo 45 mm. I supporti dovranno essere in materiale isolante e le placche fissate a vite. I punti comando stagni dovranno essere provvisti di membrana trasparente. Le altezze dal pavimento di tali apparecchiature non dovranno essere superiori a 140 cm. La posizione e il numero di tali apparecchi è indicato nelle tavole grafiche allegate.

### **13.4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE IN EMERGENZA**

L'impianto d'illuminazione in emergenza verrà integrato con delle plafoniere di emergenza auto alimentate con tecnologia LED, per poter assicurare una buona visibilità, in caso di emergenza, delle vie di esodo, i valori di illuminamento sono riportati nei "**Dati di Progetto (cap. 5)**".

Nell'area oggetto di intervento, l'illuminazione di emergenza verrà realizzata mediante l'installazione di:

- apparecchi dedicati all'illuminazione di emergenza con tensione di alimentazione 230V, con grado di protezione minimo pari a IP4x da installarsi a parete e/o a soffitto; tali apparecchi verranno alimentati, nel caso di mancanza energia, direttamente dalle batterie tampone a corredo di ogni singola lampada;

## **14.0 IMPIANTO SPECIALI DI SICUREZZA**

### **14.1 PREDISPOSIZIONE IMPIANTO ALLARME INTRUSIONE**

E' prevista la predisposizione dell'impianto di allarme intrusione con la possibilità futura di installare una centrale di allarme e dei sensori interni che permetteranno la sorveglianza durante l'orario di chiusura e di attivare immediatamente una segnalazione ottica acustica e nel contempo, attraverso il combinatore telefonico, invierà una segnalazione digitale all'istituto di vigilanza e alle autorità preposte.

## **15.0 IMPIANTO DI TERRA E EQUIPOTENZIALE**

L'impianto di terra sarà costituito dal sistema dispendente esterno unico con l'installazione di un tondino in acciaio zincato diam. 8mm e di picchetti dispersori in ferro zincato posti entro appositi pozzetti da collegare:

- al collettore di terra principale posto nel quadro generale di edificio (Q.G-UF 02) tramite conduttore N07V-K giallo verde di sezione idonea;

Nei locali da bagno è richiesto un collegamento equipotenziale supplementare che colleghi tutte le masse estranee delle zone 1-2 e 3 con un conduttore di protezione, le cui giunzioni devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni.

Tutta la viteria e la bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra e tutti i materiali accessori saranno in rame o in acciaio inossidabile o zincato a caldo, le superfici di contatto se in rame dovranno essere stagnate o rinvivate e comunque sgrassate prima della giunzione. Per i collegamenti inglobati nelle strutture in calcestruzzo è consentito l'uso di saldature alluminotermiche, i capicorda per le terminazioni di conduttori cordati e i connettori per le giunzioni e per le derivazioni saranno del tipo a compressione in rame stagnato. Le piastre di misura equipotenziali dovranno essere alloggiare entro cassette incassate o comunque protette da coperchio rimovibile mediante uso di attrezzo. Tutti i punti accessibili connessi agli impianti di terra (scatole di ispezione, nodi di terra, piastre di misura equipotenziali, ecc.) dovranno riportare il segno grafico di messa a terra, i conduttori di protezione attestati alla sbarra dovranno essere muniti di contrassegno tale da consentire di risalire agevolmente alla loro provenienza, le marcature saranno conformi all'art. 3 delle Norme CEI 16-7 e saranno di tipo ad anelli o tubetti porta-etichette ovvero tubetti presiglati di tipo termorestringente.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano su etichette o sulle guaine dei cavi stessi; all'interno della cassetta di contenimento dovrà trovare posto lo schema dettagliato di tutte le connessioni relative al nodo equipotenziale con riportata la tabella relativa alle sigle dei cavi e la loro destinazione.

Ove richiesta l'ispezionabilità ed il sezionamento dei punti di collegamento equipotenziali questi dovranno essere realizzati in modo opportuno utilizzando a seconda dei casi: capicorda ad occhio sui serramenti metallici, cassette da incasso con opportuni morsetti a cavallotto (tipo

Equibox serie EB) per le tubazioni di adduzione e scarico dei fluidi incassate, morsetti a barra asolata (tipo Equibox serie EBM) per i collettori complanari ed ogni altro materiale che renda accessibile il collegamento stesso.

Tutti gli utilizzatori verranno collegati a terra mediante conduttori di protezione facenti parte della formazione dei cavi di alimentazione e quindi faranno capo, con esse, al relativo quadro.

## **16.0 PREDISPOSIZIONI**

Nell'esecuzione dell'impianto elettrico saranno eseguite delle predisposizioni per il completamento degli impianti.

Sono inoltre posti in opera un numero maggiore sia come quantità che dimensioni, di cavidotti e scatole di derivazione e/o attestazione per permettere il passaggio di eventuali nuove linee di alimentazione ai piani superiori e/o l'implementazione di impianti ad oggi previsti solo come predisposizione.

La maggiore capienza di spazio disponibile e/o tubazioni previste, consente anche una maggiore fruibilità e ampliamento degli impianti previsti.

## 17.0 PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA - CALCOLI

Lo scopo del presente capitolo è illustrare in modo riepilogativo i principali criteri che gli impianti elettrici dovranno rispettare ai fini della sicurezza, in modo tale da assicurare la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni che possono derivare dall'utilizzo degli impianti in oggetto nelle condizioni che possono essere ragionevolmente previste.

Negli impianti elettrici esistono due tipi principali di pericoli:

- le correnti pericolose per il corpo umano;
- le temperature troppo elevate che sono tali da provocare ustioni, incendi od altri effetti pericolosi.

Al fine di garantire la protezione delle persone, delle cose ed infine della proprietà gli impianti elettrici dovranno essere realizzati rispettando quanto prescritto dalle CEI 64-8/4. E' fatto salvo il parziale rispetto delle suddette prescrizioni nel caso vi siano norme specifiche riferite agli impianti ed agli ambienti in oggetto che recano disposizioni diverse, comunque a garanzia dell'incolumità delle persone.

In generale le prescrizioni per la protezione nei confronti dei principali rischi generati dall'impianto elettrico sono logicamente e normativamente suddivisi in:

### - **Protezione contro i contatti diretti**

Le persone devono essere protette contro i pericoli che possono derivare dal contatto con parti attive dell'impianto.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

impedendo che la corrente passi attraverso il corpo;

limitando la corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patofisiologicamente pericoloso.

### - **Protezione contro i contatti indiretti**

Le persone devono essere protette contro i pericoli che possono derivare dal contatto con masse in caso di guasto che provochi la mancanza dell'isolamento.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

impedendo che la corrente passi attraverso il corpo;

limitando la corrente che può attraversare il corpo ad un valore inferiore a quello patofisiologicamente pericoloso;

interrompendo automaticamente il circuito in un tempo determinato al verificarsi di un guasto suscettibile di provocare attraverso il corpo, in contatto con le masse, una corrente almeno uguale a quella pericolosa per il corpo umano.

NOTA Con riferimento alla protezione contro i contatti indiretti, l'utilizzo di collegamenti equipotenziali costituisce un principio fondamentale di sicurezza.

### - **Protezione contro gli effetti termici**

L'impianto elettrico deve essere realizzato in modo che non ci sia, in servizio ordinario, pericolo di innesco dei materiali infiammabili a causa di temperature elevate o di archi elettrici.

Inoltre, non ci deve essere rischio che le persone possano venire ustionate.

### - **Protezione contro le sovracorrenti**

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di temperature troppo elevate o di sollecitazioni meccaniche dovute a sovracorrenti che si possano produrre nei conduttori attivi.

Questa protezione può essere ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

interruzione automatica della sovracorrente prima che essa permanga per una durata pericolosa;

limitazione della sovracorrente massima ad un valore non pericoloso tenuto conto della sua durata.

#### - **Protezione contro le correnti di guasto**

I conduttori diversi dai conduttori attivi e qualsiasi altra parte destinati a portare correnti di guasto devono essere in grado di portare queste correnti senza raggiungere temperature troppo elevate.

#### - **Protezione contro le sovratensioni**

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di un guasto tra parti attive di circuiti alimentati con tensioni di valore differente.

Le persone ed i beni devono essere protetti contro le conseguenze dannose di sovratensioni che si possano produrre per altre cause (come per es. per fenomeni atmosferici e sovratensioni di manovra).

#### - **Protezione contro gli abbassamenti di tensione, sezionamento e comando di circuiti a distanza**

Quando un abbassamento di tensione, o la mancanza ed il successivo ripristino della tensione, possono comportare pericoli per le persone o per le cose, devono essere prese opportune precauzioni.

Nello specifico, per garantire le protezioni richieste dalla Norma di seguito verranno riportate le principali prescrizioni che saranno tenute in considerazione nella fase di progetto e che dovranno essere seguite in fase di realizzo degli impianti in oggetto.

### **17.1 – Protezione contro i contatti diretti**

Secondo le prescrizioni delle norme CEI 64-8, dovrà essere assicurata la protezione dai contatti diretti mediante isolamento o schermatura delle parti attive con grado di protezione minimo IPXXB (IPXXD per le parti superiori orizzontali di barriere o involucri a portata di mano).

Dovranno essere rispettate, comunque, tutte le prescrizioni della sezione 412 delle norme CEI 64-8 e assicurati gli eventuali maggiori gradi di protezione richiesti nei vari locali, in ordine alle specifiche influenze esterne.

### **17.2 – Protezione contro i contatti indiretti**

Dovrà essere assicurata, in tutti i punti dell'impianto, la protezione contro i contatti indiretti, mediante DOPPIO ISOLAMENTO e mediante interruzione automatica del circuito (interruttori differenziali) in caso di guasto verso massa in accordo con la sezione 413 delle norme CEI 64-8. Nell'intervento oggetto della presente RELAZIONE TECNICA, l'interruzione automatica, potrà essere assicurata da dispositivi differenziali, opportunamente scelti e tarati, curando per quanto possibile, la selettività d'intervento, nel caso di protezioni poste in cascata (selettività tra dispositivo a monte e dispositivo a valle).

### 17.3 – Sezione dei conduttori

La sezione dei diversi cavi utilizzati, è stata scelta in relazione alla potenza dei carichi ed alla caduta di tensione ammissibile.

Al fine di contenere la caduta di tensione totale entro i limiti ammessi, la lunghezza delle linee all'interno delle conduttore, non deve, in relazione alla sezione, superare la lunghezza massima indicata nelle tabelle CEI-UNEL 35023-70 e CEI-UNEL 35024-70.

La lunghezza massima è stata stabilita sulla base di una caduta di tensione entro le condutture non superiore al 2,5%, avendo ipotizzato una caduta di tensione sul montante massima di 1,5%. La caduta di tensione è stata calcolata nelle condizioni più sfavorevoli, cioè con carico all'estremità del circuito e con una corrente di impiego pari alla corrente nominale dell'interruttore automatico di protezione.

### 17.4 – Protezione contro le sovracorrenti

Le norme CEI 64-8 prescrivono le misure di protezione da impiegare contro le sovracorrenti. La protezione delle condutture elettriche dal sovraccarico è garantita quando sono verificate le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove

**I<sub>f</sub>** = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione;

**I<sub>n</sub>** = corrente nominale del dispositivo di protezione;

**I<sub>z</sub>** = portata delle condutture;

**I<sub>b</sub>** = corrente di impiego del circuito;

La protezione dal cortocircuito è garantita se la corrente presunta di cortocircuito è minore o uguale al potere di interruzione del dispositivo di protezione nel punto di installazione. Un interruttore automatico idoneo per la protezione contro il sovraccarico di un cavo è generalmente idoneo anche per la protezione contro il cortocircuito. Qualora la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione sia superiore a 10kA, per garantire la protezione contro le sollecitazioni termiche del cavo per un cortocircuito all'inizio della linea, è necessario adottare cavi di sezione almeno 2,5mm<sup>2</sup>. Deve inoltre essere verificata la seguente relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove

**I<sup>2</sup>t** = integrale di Joule;

**S** = sezione del conduttore;

**K** = coefficiente che dipende dal tipo di cavo;

L'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione prima dell'interruzione del guasto deve essere minore della massima energia sopportabile dal cavo. La protezione dai sovraccarichi, dai cortocircuiti e dalle correnti di guasto verso terra sarà assicurata da interruttori automatici magnetotermici e differenziali.

### 17.5 – Protezione contro le sovratensioni

Per alcuni rischi connessi con le attività lavorative sussistono disposizioni legislative e/o

norme tecniche che indicano criteri di analisi e di stima del rischio specifico. L'art. 84, «Protezioni dai fulmini», D.Lgs. n. 81/2008 (modificato dal recente D.Lgs. n. 106/2009), ha obbligato il datore di lavoro a provvedere «affinché gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini realizzati secondo le norme tecniche». È proprio a queste norme tecniche che il valutatore deve riferirsi per stimare il rischio; in particolare, il riferimento in vigore attualmente è la norma CEI EN 623052.

L'art. 17, D.Lgs. n. 81/2008, ha obbligato il datore di lavoro a effettuare la valutazione di tutti i rischi con la conseguente elaborazione del documento previsto dall'art. 28. Per quanto riguarda il rischio specifico legato alle fulminazioni, dirette[3] e indirette[4], questo rientra nel contesto più ampio dei rischi di natura elettrica, trattati nell'art. 80, D.Lgs. n. 81/2008, e connessi, tra l'altro, con la presenza e l'utilizzo da parte dei lavoratori di materiali, di apparecchiature e di impianti elettrici.

## 17.6 – Dimensionamento tubazioni elettriche

Sono stati previsti tubi protettivi in acciaio zincato di tipo pesante, con posa a parete e/o a soffitto. Il diametro interno dei tubi protettivi è stato dimensionato pari a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi. La scelta del tubo protettivo è stata effettuata in relazione alla sezione ed al numero dei cavi utilizzando le tabelle sotto riportate:

### DIAMETRI MINIMI DELLE TUBAZIONI PER LA DISTRIBUZIONE TERMINALE

Tabella 1: Cavi unipolari in pvc N07V-K

| Sezione nominale cavo | Ø tubo PVC flessibile |    |    |    |    | Ø tubo PVC rigido |    |    |    |    | Ø ACCIAIO ZINCATO |    |    |    |    |
|-----------------------|-----------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|
|                       | 20                    | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 1,5                   | 7                     | 9  |    |    |    | 9                 |    |    |    |    | 9                 | 8  |    |    |    |
| 2,5                   | 4                     | 8  | 9  |    |    | 7                 | 9  |    |    |    | 5                 | 8  | 9  |    |    |
| 4                     | 3                     | 5  | 9  | 9  |    | 5                 | 8  | 9  |    |    | 4                 | 7  | 9  | 9  |    |
| 6                     | 1                     | 3  | 5  | 9  | 9  | 2                 | 4  | 8  | 9  |    | 1                 | 3  | 7  | 9  |    |
| 10                    | 1                     | 1  | 4  | 7  | 9  | 1                 | 3  | 5  | 8  | 9  | 1                 | 1  | 5  | 8  | 9  |
| 16                    |                       | 1  | 2  | 5  | 8  | 1                 | 1  | 4  | 7  | 8  | 1                 | 1  | 3  | 5  | 9  |
| 25                    |                       | 1  | 1  | 3  | 5  | 1                 | 1  | 1  | 4  | 5  | 1                 | 1  | 1  | 1  | 5  |
| 35                    |                       | 1  | 1  | 1  | 4  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 4  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 50                    |                       |    | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 2  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 70                    |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 95                    |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |
| 120                   |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |
| 150                   |                       |    |    |    | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |
| 185                   |                       |    |    |    | 1  |                   |    |    |    | 1  |                   |    |    |    | 1  |
| 240                   |                       |    |    |    | 1  |                   |    |    |    | 1  |                   |    |    |    | 1  |

Tabella 2: Cavi unipolari in gomma tipo FG7OR 0,6/1kV

| Sezione nominale cavo | Ø tubo PVC flessibile |    |    |    |    | Ø tubo PVC rigido |    |    |    |    | Ø ACCIAIO ZINCATO |    |    |    |    |
|-----------------------|-----------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|
|                       | 20                    | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 1,5                   | 1                     | 1  | 3  | 7  | 9  | 1                 | 2  | 5  | 8  | 9  | 1                 | 2  | 4  | 8  | 9  |
| 2,5                   | 1                     | 1  | 3  | 5  | 9  | 1                 | 1  | 4  | 7  | 9  | 1                 | 1  | 4  | 7  | 9  |
| 4                     | 1                     | 1  | 2  | 4  | 8  | 1                 | 1  | 3  | 7  | 9  | 1                 | 1  | 3  | 5  | 9  |
| 6                     | 1                     | 1  | 1  | 4  | 7  | 1                 | 1  | 3  | 5  | 8  | 1                 | 1  | 3  | 5  | 8  |
| 10                    | 1                     | 1  | 1  | 3  | 5  | 1                 | 1  | 1  | 4  | 7  | 1                 | 1  | 1  | 4  | 7  |
| 16                    |                       | 1  | 1  | 1  | 4  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 5  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 5  |
| 25                    |                       | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 1  | 4  |                   | 1  | 1  | 1  | 4  |
| 35                    |                       |    | 1  | 1  | 1  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 50                    |                       |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 70                    |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 95                    |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |
| 120                   |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |
| 150                   |                       |    |    |    | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |
| 185                   |                       |    |    |    |    |                   |    |    |    | 1  |                   |    |    |    | 1  |
| 240                   |                       |    |    |    |    |                   |    |    |    |    |                   |    |    |    | 1  |

Tabella 3: Cavi multipolari in gomma tipo FG7OR 0,6/1kV

| Sezione nominale e cavo | Ø tubo PVC flessibile |    |    |    |    | Ø tubo PVC rigido |    |    |    |    | Ø tubo PVC filettabile |    |    |    |    | Ø ACCIAIO ZINCATO |    |    |    |    |
|-------------------------|-----------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|------------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|
|                         | 20                    | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                     | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 2x1,5                   |                       | 1  | 1  | 2  | 4  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 5  |                        | 1  | 1  | 2  | 5  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 5  |
| 3x1,5                   |                       | 1  | 1  | 1  | 4  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 5  |                        | 1  | 1  | 2  | 4  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 5  |
| 4x1,5                   |                       | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 2  | 4  |                        | 1  | 1  | 1  | 4  |                   | 1  | 1  | 2  | 5  |
| 5x1,5                   |                       |    | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |                        | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 1  | 5  |
| 2x2,5                   |                       | 1  | 1  | 1  | 3  | 1                 | 1  | 1  | 2  | 4  |                        | 1  | 1  | 2  | 4  | 1                 | 1  | 1  | 2  | 3  |
| 3x2,5                   |                       | 1  | 1  | 1  | 3  | 1                 | 1  | 1  | 2  | 4  |                        | 1  | 1  | 1  | 4  |                   | 1  | 1  | 2  | 3  |
| 4x2,5                   |                       |    | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |                        | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 5x2,5                   |                       | 1  | 1  | 1  | 1  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |                        |    | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 2x4                     |                       | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 1  | 4  |                        | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 3x4                     |                       | 1  | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |                        | 1  | 1  | 1  | 3  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 4x4                     |                       |    | 1  | 1  | 1  |                   | 1  | 1  | 1  | 2  |                        |    | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 5x4                     |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                        |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 2x6                     |                       |    | 1  | 1  | 1  |                   | 1  | 1  | 1  | 3  |                        |    | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 3x6                     |                       |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 2  |                        |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 2  |
| 4x6                     |                       |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                        |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 5x6                     |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                        |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 2x10                    |                       |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                        |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 2  |
| 3x10                    |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                        |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 2  |
| 4x10                    |                       |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                        |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |
| 5x10                    |                       |    |    |    | 1  | 1                 |    |    | 1  | 1  |                        |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |

## 17.7 – Caduta di tensione

La caduta di tensione tra l'origine e qualunque punto dell'impianto stesso, è stata contenuta all'interno del 4% della tensione nominale. Durante l'avviamento dei motori e utilizzatori aventi una corrente di spunto elevata è tuttavia ammessa una caduta di tensione più elevata. L'impianto è stato dimensionato in modo che la caduta di tensione sulle colonne montanti non superi l'1% della tensione nominale. La caduta di tensione sui circuiti terminali, non supera invece il 3%. Al fine di contenere la caduta di tensione totale entro i limiti ammessi, la lunghezza delle linee

all'interno dei canali e delle tubazioni portatavi, non deve, in relazione alla sezione, superare la lunghezza massima indicata nelle tabelle CEI-UNEL 35023-70 e CEI-UNEL 35024-70.  
Per le linee costituite da tratti di sezione diversa i valori sono stati maggiorati del 30%.

Il Tecnico

Destro per.ind. Manolo



A circular professional stamp from the Collegio dei Periti Industriali di Vicenza. The stamp contains the text: "COLLEGIO DEI PERITI INDUSTRIALI", "PER. IND. DESTRO MANOLO", "ISCR. ALBO N° 1723", and "VICENZA". To the right of the stamp is a handwritten signature in blue ink.