

**REGIONE SICILIANA**  
Piano di Azione e Coesione (PAC)

**INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE URBANA**  
**COMUNE DI CATANIA**  
DIREZIONE CULTURA E TURISMO  
SERVIZIO LL.PP.

**LAVORI DI COMPLETAMENTO, ADEGUAMENTO E  
ALLESTIMENTO DELL'EX CONVENTO DEI CROCIFERI**  
**D.D.G. N. 3237 DEL 24.12.2015**

(P.O. F.E.S.R. SICILIA 2007/2013 ASSE III, OBIETTIVO OPERATIVO 3.1.3 LINEA D'INTERVENTO, 3)

**IMPIANTI ELETTRICI**  
**RELAZIONE TECNICA**

## Sommario

Generalità .....	3
Massimizzazione dell'efficienza energetica .....	3
Norme di riferimento per la progettazione .....	4
Dati tecnici generali .....	6
01. Caratteristiche di fornitura energia elettrica .....	6
02. Illuminamento .....	6
03. Cadute massime di tensione ammesse .....	6
04. Sezioni minime dei conduttori e cadute di tensione ammesse .....	7
05. Sezione minima dei conduttori di neutro .....	7
06. Impianto di terra .....	7
07. Conduttori di protezione .....	7
08. Sezioni minime dei conduttori di terra .....	7
09. Collegamento equipotenziale nei locali da bagno.....	8
10. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi d' interruzione .....	8
11. Protezione mediante doppio isolamento .....	9
Impianto di illuminazione interna .....	11
01. Illuminazione normale .....	11
02. Illuminazione di emergenza .....	11
03. Illuminazione esterna .....	11
Metodo di calcolo .....	12
Analisi dei carichi .....	13
Conduttori e tubi protettivi. ....	13
Posa in opera cavi .....	14
Dimensionamento dei cavi - protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti. ....	14
Verifica in condizioni di guasto .....	17
Distribuzione principale e secondaria, tubi protettivi e canali. ....	19
Protezione e sicurezza elettrica .....	19
Protezione dai contatti diretti. ....	19
Protezione da contatti indiretti. ....	19
Collegamenti equipotenziali .....	20
Impianto di terra.....	20
Protezione contro i fulmini .....	21
Quadri elettrici e distribuzione. ....	24

Quadro elettrico generale (QEG) .....	24
<i>Indicazioni di posa degli apparecchi elettrici</i> .....	25
Impianto di video sorveglianza .....	25
Impianto Antintrusione .....	26

## Generalità

La presente relazione tecnica ha per oggetto la progettazione degli impianti tecnologici da eseguirsi nell' immobile sito a Catania in via Crociferi, per le opere di manutenzione e restauro dell' immobile che sarà destinato all' uso di Museo.

I locali oggetto dell'intervento sono di proprietà del Comune di Catania e sono ospitati all' interno di un edificio a più piani fuori terra.

L' intervento verrà circoscritto all' ingresso del piano terra, il vano scala fino al piano primo e tutta l' ala est

del piano primo (come da esecutivi allegati).

L' alimentazione di tutti gli impianti elettrici verrà assicurata tramite fornitura trifase in bassa tensione.

La relazione è redatta ai sensi dell' art. 4 del D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447, "Regolamento di attuazione legge n. 37 del 2008 e s.m.i., in materia di sicurezza degli impianti" ed illustra la consistenza e la tipologia dell' installazione dell'impianto, con particolare riguardo all' individuazione dei materiali e componenti da utilizzare e alle misure di prevenzione e di sicurezza da adottare.

Si fa presente che tutte le scelte progettuali adottate sono state mirate a:

- \_ abbattere le barriere architettoniche;
- \_ ottimizzare le operazioni di utilizzazione e manutenzione degli impianti;
- \_ realizzare un impianto definito per settori e che permetta la gestione ed il risparmio dell'energia;
- \_ mirare a massimizzare l' efficienza energetica;
- \_ abbattimento dell' inquinamento luminoso;
- \_ garantire la sicurezza delle persone e delle cose.

Massimizzazione dell'efficienza energetica

L' intervento prevede l' uso di apparecchiature luminose a basso assorbimento energetico, sebbene viene garantito un flusso luminoso adeguato alla normativa vigente. Gli apparecchi illuminanti inseriti nel progetto sono costituiti da sorgenti a LED di ultima generazione con l' obiettivo di mantenere contenuto l' assorbimento elettrico ed efficiente l' emissione luminosa. Inoltre essendo, tale immobile, destinato a museo, la tecnologia a LED permette una migliore resa cromatica ad una temperatura di colore così detta "Master Color" .

Inoltre, essendo, la sorgente ad emissione di calore contenuta, si viene a ridurre la potenza frigorifera

necessaria per raffrescare l' ambiente circostante. Conseguenza, non banale, di ciò è il fatto che lo spettro di

emissione di tale lampade non è centrato sulle lunghezze d' onde dei raggi UV, per cui viene anche garantita l' integrità di opere d' arte che altrimenti potrebbero subire alterazioni dovute alle emissioni di tale porzione

dello spettro della luce. Dunque questa tipologia di prodotto si presta bene ad installazioni come musei e teatri, nonché luoghi ove è necessario il raggiungimento della maggior resa cromatica ad assenza di emissioni aggiuntive di raggi UV.

La soluzione progettuale prevede la gestione dell' impianto elettrico per mezzo di sistema domotico, al fine di poter gestire e controllare tutti i carichi presenti nell' immobile. Inoltre l' integrazione dei sistemi: domotico e dell' illuminazione a LED provano una riduzione delle sezioni dei cavi sui comandi a bassa tensione con una riduzione delle sezioni dei cavidotti.

Norme di riferimento per la progettazione

Nel presente progetto si è tenuta in considerazione la normativa vigente in materia di sicurezza, risparmio energetico, igiene sul lavoro.

In particolare le opere dovranno essere realizzate in conformità con le normative vigenti nel territorio italiano riguardanti la qualità dei manufatti, dei componenti e la regola dell'arte. Si dovrà fare riferimento inoltre agli adempimenti previsti in termini di dichiarazioni di conformità e certificazioni di qualità dei componenti e degli impianti oggetto dell'appalto.

Di seguito, fermo restando che l' impresa dovrà realizzare l'opera in conformità con tutte le normative di legge presenti, le norme UNI, le norme CEI anche se non espressamente citate, vengono riportate alcune tra le principali normative alle quali fare riferimento:

- D.P.R. 27.04.1955, n.547 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro” , titolo VII, capo IX.
- D.P.R. 07.01.1956 n.164 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro” .
- CIRCOLARE 20.03.1957 n.10780 DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI “Norme per l'apertura del cantiere e l'osservanza dei contratti di lavoro” .
- D.M. 22.02.1965 “Dispositivi ed installazioni di protezione contro le scariche atmosferiche e per gli impianti di messa a terra” .
- D.P.R. 30.06.1965 n.1124 “Disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro” .
- CIRCOLARE 06.08.1965 n.70 DEL MINISTERO DEL LAVORO “Prescrizione del copricapo per i lavoratori” .

- D.M. 27.09.1965 “Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi” .
- LEGGE 01.03.1968 n.186 “Disposizioni concernenti installazioni ed impianti elettrici” .
- D.P.R. 29.07.1982, n.577 “Approvazione del regolamento concernente l’ espletamento dei servizi antincendio.
- D.M. 16.02.82 “Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi” .
- LEGGE 7.12.1984 n.818 “Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi” .
- D.M. 08.03.85 “Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n.818” .
- D.P.R. 12.01.1998 n.37 “Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’ articolo 20, comma 8, della legge 15.03.97, n.59” .
- DECRETO 10.03.1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’ emergenza nei luoghi di lavoro” .
- DECRETO 4.05.1998 “Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l’ avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all’ uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco” .
- CIRCOLARE 05.05.1998 n.9 MINISTERO DELL’ INTERNO “D.P.R. 12.01.1998, n.37 - Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi - Chiarimenti applicativi” .
- LEGGE 22.01.2008 n.37 “Norme per la sicurezza degli impianti” .
- D.P.R. 06.12.1991 n.447 “Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n.46 in materia di sicurezza degli impianti” .
- D.Lgs. 3 Agosto 2009 n.106 “Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro” .
- UNI 10380 Illuminotecnica “Illuminazione di interni con luce artificiale” .
- CEI 17-5 CEI EN 60947-2 fascicolo 1913E “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici” .
- CEI 20-20/1 IV Edizione Fascicolo 2831 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1: Prescrizioni generali” .
- CEI 23-42 CEI EN 61008-1 fascicolo 2394E “Interruttori differenziali senza sganciatori di

- sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali” .
- CEI 23-44 CEI EN 61009-1 fascicolo 2396E “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali” .
  - CEI 34-22 CEI EN 60598-2-22 fascicolo 1748 “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza” .
  - CEI 64-2 IV Edizione Fascicolo 2960 “Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione”
  - CEI 64-8 IV Edizione Fascicoli 4131-4137 “Norme per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua” .
  - CEI 64-14 Fascicolo 2930 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori” .
  - CEI 81-1 Fascicolo 2697 “Protezioni delle strutture contro i fulmini” .
  - CEI 81-3 "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico. Elenco dei Comuni."
  - CEI 81-4 Fascicolo 2697 “Protezioni delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine” .
  - CEI EN (IEC) fascicolo 62305 - 1 "Protezione contro il fulmine - Parte 1: Principi generali".
  - CEI EN (IEC) fascicolo 62305 - 2 "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Gestione del rischio".
  - CEI EN (IEC) fascicolo 62305 - 3 "Protezione contro il fulmine - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
  - CEI EN (IEC) fascicolo 62305 - 4 “Protezione contro il fulmine - Parte 4: Sistemi elettrici ed elettronici all'interno delle strutture".
  - CEI-UNEL 35.023 “Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione. “
  - CEI-UNEL 35.024/1 “Cavi per energia con conduttore in rame con isolante elastomerico o termoplastico ed aventi grado di isolamento non superiore a 4. Portate di corrente in regime permanente” .
  - D.P.R. 07.01.1956 N. 164 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
  - D.P.R. 19.03.1956 N. 302 Norme integrative per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
  - D.P.R. 19.03.1956 N. 303 Norme generali per l'igiene del lavoro.
  - D.P.R. 19.03.1956 N. 320 Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo.
  - LEGGE 05.11.1971 N. 1086 Norme tecniche

- D.M. 12.09.1959 Esercizio e verifiche dei controlli previsti dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro
- CIRCOLARE N. 70 DEL 06.08.1965 DEL MINISTERO DEL LAVORO Prescrizione del copricapo per i lavoratori
- D.P.R. 30.06.1965 N. 1124 Disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro
- CIRCOLARE N. 10780 DEL 20.03.1957 DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI Norme per l'apertura del cantiere e l'osservanza dei contratti di lavoro
- LEGGE 02.02.1974 N. 64 Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche di cui anche al D.M. 30.07.1984
- REGOLAMENTI DI IGIENE In vigore nel comune nel quale si eseguono gli impianti.
- DM 236 del 14/06/89 Regolamento di attuazione dell'art.1 della legge n.13 del 9/1/89 concernente le disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati

#### 9 Dati tecnici generali

L'impianto elettrico dei locali oggetto dei lavori sarà alimentato da un quadro elettrico di consegna di nuova fornitura ed installazione posto al piano terra nella zona d'ingresso dove sarà installato il punto di fornitura del gestore di rete elettrica. Il sezionamento viene gestito dal quadro elettrico generale di piano. L'alimentazione del quadro avverrà tramite linea trifase in bassa tensione (400/230 V) alla frequenza di 50 Hz. Il quadro elettrico sarà provvisto delle necessarie protezioni magnetotermiche e differenziali dalle quali verranno derivate linee di alimentazione con cavo non propagante l'incendio, posate in tubazioni corrugate in PVC sottopavimento per la distribuzione principale e incassate in tubazioni fino agli utilizzatori finali e ai corpi illuminanti per le linee derivate.

Per motivi funzionali si è preferito dividere l'impianto in più linee funzionalmente indipendenti, al fine di garantire una maggiore affidabilità e funzionalità e permettere in futuro una semplice e rapida espansione.

Il sistema elettrico da realizzare sarà di tipo TT. Per il progetto degli impianti elettrici in oggetto si sono ipotizzati una temperatura ambiente di esercizio di 30° C ed un fattore di potenza (cosφ) pari a 0,9.

L'impresa esecutrice dovrà procedere alla realizzazione degli impianti secondo le modalità descritte in questa relazione e sugli elaborati grafici di progetto. Al termine dei lavori l'Impresa esecutrice dovrà procedere alle verifiche tecniche sull'impianto secondo le indicazioni della norma CEI 64-8, parte 6 e quindi rilascerà la dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/2008, completa degli allegati obbligatori. In

accordo alle prescrizioni della 626 per la tutela della salute dei lavoratori e del D.M.16/03/1996 e s.m. e i. è stata prevista l' illuminazione di sicurezza.

I lavori relativi a quanto sopra descritto sono da eseguirsi nel rispetto delle specifiche tecniche richieste nel presente progetto che si riassumono:

#### 01. Caratteristiche di fornitura energia elettrica

- \_ Potenza: 15 kW;
- \_ Alimentazione: Trifase;
- \_ Sistema: categoria, tipo TT;
- \_ Tensione: 400/230 Volt, c.a.;
- \_ Frequenza: 50 Hz.

#### 02. Illuminamento

Illuminamento d' esercizio (Livello Minimo e Livello Massimo):

- \_ Vani contenenti opere d' arte: 350 lux 500 Lux
- \_ Uffici: 350 lux 500 Lux
- \_ corridoi, scale, aree di attesa: 200 lux
- \_ locali tecnologici, locali di servizio: 200 lux

Illuminamento medio impianto di illuminazione di sicurezza c/a il 20% dell' illuminamento nominale con minimo di: 25 lux/mq

Visibilità segnaletica di sicurezza:  $\geq 20$  m

#### 03. Cadute massime di tensione ammesse

- \_ Linee principali di distribuzione: 4%
- \_ Linee secondarie di distribuzione: 4%

#### 04. Sezioni minime dei conduttori e cadute di tensione ammesse

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione complessiva non superi il valore del 4% della tensione alla consegna), devono essere scelte tra quelle unificate.

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle d' unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- \_ 0,75 mm<sup>2</sup> per i circuiti domotici e di segnalazione;

\_ 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione di singoli corpi illuminanti o prese dotate di trasformatore di sicurezza o singoli utilizzatori con potenza inferiore ad 1,5 kW.

\_ 2,5 mm<sup>2</sup> per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria inferiore o uguale a 3 kW;

\_ 2,5 mm<sup>2</sup> per dorsali di alimentazione circuiti luce;

\_ 4 mm<sup>2</sup> per dorsali alimentazione circuiti F.M.;

\_ 4 mm<sup>2</sup> per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

La portata dei cavi dovrà essere pari all'80% della portata secondo le tabelle CEI UNEL.

#### 05. Sezione minima dei conduttori di neutro

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli art. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8.

#### 06. Impianto di terra

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

#### 07. Conduttori di protezione

Le sezioni devono rispettare le seguenti indicazioni. Estratto da CEI 64-8 Tab. 54F Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase (Sezione minima dei conduttori di protezione)

$$S \leq 16 \quad S_p = S$$

$$16 < S \leq 35 \quad S_p = 16$$

$$S > 35 \quad S_p = S/2$$

S= Sezione del conduttore di fase

S<sub>p</sub>= Sezione del conduttore di protezione

#### 08. Sezioni minime dei conduttori di terra

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64- 8, art.543.1., e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tabella precedente, con i minimi indicati di seguito:

Estratto da CEI 64-8 Tab. 54A - Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

## **Protetti meccanicamente Non protetti meccanicamente**

**Protetti contro la corrosione** In accordo con 543.1 16 mm<sup>2</sup> rame

16 mm<sup>2</sup> **Non protetti contro la corrosione** 25 mm<sup>2</sup> rame ferro zincato(\*)

(\*) Zincatura secondo la norma CEI 75-06 mopmp2u rfee rcroon z irnivceasttoim(\*)e nto equivalente

In alternativa ai criteri sopra descritti, il calcolo delle sezioni minime dei conduttori di protezione è eseguibile mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

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

2\_

nella quale:

\_ Sp è la sezione del conduttore di protezione [mm<sup>2</sup>];

\_ I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

\_ t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];

\_ K è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali (i valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B,54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8).

### 09. Collegamento equipotenziale nei locali da bagno.

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee e 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. Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC.

È vietata l'inserzione d' interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

\_ 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;

\_ 4 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

### 10. Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi d'interruzione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata

eseguendo il coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali.

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore e interruttori differenziali, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione:

$$I_s \leq 50 / R_t$$

dove  $I_s$  è il valore in ampere della corrente di intervento differenziale del dispositivo di protezione meno sensibile installato.

#### 11. Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione: apparecchi di Classe II.

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

#### **Classificazione dei locali**

Il locale oggetto dell' intervento non appartiene ad alcuna categoria speciale per cui la progettazione e la realizzazione degli impianti deve tenere conto delle sole indicazioni della norma CEI 64-8 per gli impianti elettrici utilizzatori in ambienti ordinari.

#### **Riepilogo dei carichi elettrici**

Nell'effettuare l'analisi dei carichi si tenuto conto dei valori di potenza e dei coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità riportati in allegato. Il dettaglio delle potenze assorbite dai vari carichi sono desumibili dagli elaborati grafici e di calcolo e sono riassunti nell' analisi dei carichi seguente. Considerando i fattori di utilizzo e di contemporaneità riportati nell' analisi dei carichi, si ritiene che la richiesta di potenza all' ente erogatore debba essere di 15 kW trifase.

#### **Numero Apparecchio Potenza di**

**targa [kW]**

**Numero**

**utilizzatori**

**Coefficiente di**

**utilizzazione**

**Fattore di**

**potenza**

**Potenza**

convenzionale

[kW]

Corrente

convenzionale [A]

Corrente

convenzionale

rifasata [A]

1 Gruppo di press.

Antincendio

15,0 1 1 0,85 15,0 25,5 23,3

2 Macchina

Frigorifera

42,0 1 1 0,85 42,0 71,3 65,2

3 Ventil Convettori 4,0 1 1 0,85 4,0 6,8 6,2

**61,0 103,6 94,7**

**Locale Ubicazione N. Prese Coefficiente di**

**utilizzo**

**Fattore di**

**potenza**

**Potenza**

convenzionale

[kW]

Corrente

convenzionale [A]

Corrente

convenzionale

rifasata [A]

Piano Terra 3 0,02 0,85 0,2 1,0 0,9

Piano Primo Bagni 4 0,02 0,85 0,3 1,3 1,2

Corridoio 1 46 0,02 0,85 2,9 14,7 13,5

Corridoio 2 24 0,02 0,85 1,5 7,7 7,0

Corridoio 3 22 0,02 0,85 1,4 7,0 6,4

Corridoio 4 28 0,02 0,85 1,8 9,0 8,2

**7,9 40,6 37,1**

**Locale Ubicazione Numero**

**utilizzatori**

**Potenza**

**assorbita [W]**

**Coefficiente di**

**utilizzo**

**Potenza**

**convenzionale**

**[kW]**

**Corrente**

**convenzionale [A]**

**Corrente**

**convenzionale**

**rifasata [A]**

Piano Terra Ingresso 17 11 1 0,2 0,9 0,9

Piano Primo Bagni 8 11 1 0,1 0,4 0,4

Corridoio 1 44 11 1 0,5 2,3 2,3

Corridoio 1 44 6 1 0,3 1,3 1,3

Corridoio 2 19 11 1 0,2 1,0 1,0

Corridoio 2 25 6 1 0,2 0,7 0,7

Corridoio 3 20 11 1 0,2 1,1 1,1

Corridoio 3 24 6 1 0,1 0,7 0,7

Corridoio 4 10 11 1 0,1 0,5 0,5

Corridoio 4 14 6 1 0,1 0,4 0,4

Ingresso 10 11 1 0,1 0,5 0,5

Esterna 4 70 1 0,3 1,4 1,4

**2,3 11,3 11,3**

**Carico**

Apparecchi fissi

Prese fisse

Illuminazione

**53 kW**

**Considerando un fattore complessivo di contemporaneità di 0,75 occorre stipulare un contratto trifase in bassa tensione con potenza massima prelevabile di almeno**

2,3 11,3 11,3

**71,3 155,5 143,1**

61,0 103,6 94,7

7,9 40,6 37,1

**Determinazione del carico convenzionale per illuminazione**

**Riepilogo**

**Potenza convenzionale**

**totale [kW]**

**Corrente convenzionale totale**

**non rifasata [A]**

**Corrente convenzionale totale rifasata**

**[A]**

COMUNE DI CATANIA

Progetto per la realizzazione degli impianti elettrici relativi ai lavori presso l'ex Convento dei Crociferi a Catania

Analisi dei carichi per la determinazione della potenza della potenza massima prelevabile

**Determinazione del carico convenzionale degli apparecchi fissi**

**Determinazione del carico convenzionale delle prese monofase a spina di corrente nominale 16 A**

Impianto di illuminazione interna

La progettazione di un impianto di illuminazione si concretizza nella soluzione di tre problemi fondamentali:

- \_ Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada);
- \_ Scelta degli apparecchi illuminanti;
- \_ Scelta dei livelli di illuminamento.

In dettaglio si prevede:

01. Illuminazione normale

Il sistema di illuminazione, nelle zone indicate sulle piante e sugli schemi elettrici, sarà gestito dal sistema domotico e lo spegnimento serale sarà programmato in modo automatico. Nei locali di servizio non aperti al pubblico adibiti a locali tecnici, gli impianti d' illuminazione dovranno essere realizzati utilizzando

apparecchi illuminanti, prese, apparecchiature e componenti vari, aventi grado di protezione minimo IP 55.

I comandi dei centri luce delle sale museali e transito (corridoi e bagni), dovranno essere posizionate nei pressi degli stessi. I corpi illuminanti sono gestiti da moduli domotici con chiusura di contatti con relè da 6 A e da 10 A seconda del carico della linea.

## 02. Illuminazione di emergenza

\_ L'illuminazione di emergenza sarà ottenuta con gruppi autonomi di emergenza con funzione antipánico, e dovrà garantire, in assenza di tensione, un livello d' illuminamento minimo pari a 25 lux mq. lungo i percorsi identificati come vie di fuga e sopra la porta adibita a "uscite di sicurezza".

\_ La durata della batteria deve essere di almeno 1 ora.

In particolare dovranno essere installate per illuminare:

- \_ scale;
- \_ atri, passaggi, corridoi principali;
- \_ locali antibagno;
- \_ locali bagno ad uso dei portatori di Handicap;
- \_ locali quadri elettrici;
- \_ uscite di sicurezza.

In corrispondenza delle uscite di emergenza, i corpi illuminanti di sicurezza dovranno essere del tipo a sospensione/bandiera e/o da parete e saranno dotati di etichette di segnalazione.

## 03. Illuminazione esterna

L'impianto prevede l'installazione in opera di linee di alimentazione per corpi luce da esterno. Le linee di alimentazione dei corpi luce esterni, saranno del tipo FROR, di sezione adeguata al carico da alimentare, poste entro tubazioni in PVC diametro minimo 25 mm. Le giunzioni, le derivazioni, le terminazioni dei cavi, verranno eseguite rigorosamente secondo le vigenti Norme CEI e secondo la buona regola d'installazione usando morsetti, capicorda, terminali. La disposizione ed il numero delle sorgenti luminose, sono determinate in base alla forma ed alle disposizioni dell'area esterna.

### **Metodo di calcolo**

Il numero dei corpi illuminanti da installare in ogni singolo ambiente è stato calcolato facendo uso del metodo del flusso totale e facendo riferimento ai livelli di illuminamento richiesti dalle specifiche tecniche standard.

Tale metodo si basa sulla formula:

dove è :

\_ E = illuminamento medio richiesto in lux;

\_ A = superficie del locale in mq;

\_  $\Phi$  = flusso luminoso emesso da una lampada, in lumen;

\_ n = numero di lampade per apparecchio illuminante;

\_ k = coefficiente che tiene conto del deprezzamento luminoso della lampada per depositi di polvere, del rendimento dell'apparecchio illuminante, della geometria del locale e della riflessioni delle pareti.

I coefficienti di riflessione impiegati sono stati quelli consigliati dalla norma e, precisamente:

\_ pavimento 0,2 ÷ 0,4;

\_ pareti bianco chiare 0,5;

\_ soffitto 0,6 ÷ 0,8.

I coefficienti di manutenzione dei corpi illuminanti sono stati scelti tenendo conto di:

\_ tipo di apparecchio (classe di manutenzione);

\_ tipo di ambiente (molto pulito, pulito, sporco, molto sporco);

\_ durata del corpo illuminante.

I calcoli effettuati sono stati verificati con appositi programmi di calcolo, i cui risultati sono allegati. Il comando dei corpi illuminanti è stato previsto in maniera tale da poter accendere le plafoniere su due stadi e ciò viene effettuato attraverso dei frutti da incasso posti in prossimità dell' ingresso ai locali.

Analisi dei carichi

Nell'effettuare l'analisi dei carichi si è proceduto alla valutazione dei seguenti casi:

\_ Utilizzatori il cui carico è completamente noto in termini di potenza, corrente, fattore di potenza e regime di funzionamento.

\_ Utilizzatori mobili o portatili da collegare mediante presa a spina e la cui potenza e consistenza è variabile e largamente imprevedibile.

\_ Utilizzatori da valutare assegnando opportuni carichi convenzionali, in quanto previsti nell' uso ordinario dell'ambiente, ma ancora di caratteristiche non completamente note.

In quest'ultimo caso si fa riferimento alla normativa ed alle potenze di utilizzatori di impiego e caratteristiche similari. Le prese a spina si considerano utilizzatori di potenza corrispondente alla loro potenza nominale.

La corrente di impiego  $I_b$ , parametro fondamentale per il corretto dimensionamento dei conduttori è funzione della potenza installata  $P_a$ , della tensione nominale  $V$  e del coefficiente  $g = K_u \times K_c$  secondo le relazioni:

per circuiti monofase (0.1)

$\sqrt{3}$  per circuiti trifase equilibrati (0.2).

Il coefficiente g è quindi il rapporto tra la corrente di impiego I<sub>b</sub> e la corrente teorica I<sub>t</sub> che si avrebbe se tutta la potenza installata fosse pienamente utilizzata e compendia i fattori di utilizzazione e di contemporaneità K<sub>u</sub> e K<sub>c</sub>. Per l'illuminazione si è assunto K<sub>u</sub>=K<sub>c</sub> pari a 1, mentre per le prese a spina si è generalmente adottato il coefficiente g variabile tra 0,1 e 0,5. In allegato sono riportati i valori dei coefficienti adottati per stabilire l'effettiva potenza assorbita da ciascun carico. I valori adoperati si ritengono adeguati alle condizioni di servizio degli impianti in questione.

Tutti i quadri elettrici sono stati dimensionati comunque per garantire ad ogni singola utenza il proprio corretto funzionamento.

Conduttori e tubi protettivi.

I componenti dell'impianto, se non diversamente specificato, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Tutti i conduttori devono essere di rame e contraddistinti dai colori dell'isolante prescritti dalle tabelle CEI/UNEL

00722; in particolare, i conduttori di fase potranno avere qualsiasi colore all'infuori di quelli utilizzati per il neutro e per la terra; i conduttori di "neutro" dovranno essere colore blu chiaro e quelli di "protezione" colore giallo-verde.

In particolare, nella realizzazione degli impianti elettrici saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

\_ cavo tipo FROR 450/750V

\_ cavo tipo NO7V-K

*Cavo tipo FROR 450/750V*

cavi in corda rotonda di rame flessibile, privo di stagnatura, previo speciale processo di vulcanizzazione dell'isolamento unipolari o multipolari isolamento in PVC speciale di qualità TI2 riempitivo in estruso di materiale non igroscopico non propagante l'incendio ed a ridotta emissione di fumi e gas corrosivi (Norme CEI 20.22 II) guaina in PVC di qualità TM1 che TM2 colore RAL 7035 tensione nominale: 450/750V (FROR) raggio di curvatura minimo: 4 volte il diametro esterno temperatura caratteristica: 160° C temperatura massima di cortocircuito: fino a 240mmq 250° C conformità alle norme CEI 20-22 II, 20-35, 20-37 I, 20-11, 20-34 e alle tabelle CEI UNEL 35375 e 35377 cavo a marchio IMQ o equipollente per il collegamento delle plafoniere dalla spina di collegamento alle canaline elettrificate da impiegare sui circuiti d' energia fino alla tensione di 230/400 V

*Cavo tipo NO7V-K*

cavo idoneo per installazione fissa entro tubo o canalina e per cablaggio quadri elettrici in corda flessibile di

rame rosso ricotto unipolari isolante in PVC qualità R2 non propagante la fiamma (Norme CEI 20.22 II) grado d'isolamento 450/750 (N07V-K) marcatura riportante anche la sezione del cavo temperatura massima di funzionamento: +70° C temperatura massima raggiungibile in regime di cortocircuito: +160° C tensione nominale: 450/750 V conformità alle norme: CEI 20-20, CEI 20-22 II, 20-35, CEI 20-37/2 e successive varianti conformità alle tabelle CEI-UNEL 35750 cavo a marchio IMQ o equipollente per posa entro tubazioni da impiegare sui circuiti d'energia con tensione fino a 230/400 V e per correnti deboli.

Posa in opera cavi

Per i conduttori unipolari flessibili la colorazione sarà conforme alle norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, in particolare:

- giallo-verde per i conduttori di terra
- blu chiaro per i neutri
- nero, marrone e grigio per le fasi

Tutti i comandi saranno pilotati a bassa tensione mediante l'uso di moduli domotici che andranno in configurazioni multiple (cascata, parallelo o serie) al bus di sistema realizzato con tre cavi di sezione da 1 mm<sup>2</sup> opportunamente segnalato con i seguenti colori: blu, verde, rosso.

Tutte le estremità dei cavi attestati nei quadri dovranno essere contrassegnate con la corrispondente sigla (n° circuito) che compare sugli schemi unifilari. La marcatura sarà ottenuta con collari in plastica o con altro sistema di equivalente affidabilità. Non sono pertanto ammessi marca filo di tipo adesivo.

Nel compenso si intendono compensati gli sfridi, le targhette d'identificazione, il cablaggio alle apparecchiature, quota parte dei morsetti di attestazione e tutti gli oneri accessori per dare la fornitura collegata a regola d'arte.

Dimensionamento dei cavi - protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti.

*Metodo di Calcolo: condizioni ordinarie*

Nota la corrente di impiego e le condizioni di installazione del cavo, sono state calcolate la sezione, la resistenza, la reattanza, la caduta di tensione alla temperatura di servizio, la potenza dissipata, il massimo valore dell'energia specifica passante (I<sup>2</sup>t) sopportabile e, al fine di facilitare la scelta dell'apparecchio di protezione, il massimo valore di taratura dello sganciatore magnetico atto a proteggere il cavo in tutta la sua lunghezza. Tale calcolo tiene conto:

\_ della corrente di impiego I<sub>b</sub>;

\_ della corrente nominale del dispositivo di protezione I<sub>n</sub>;

\_ della corrente massima ammissibile del cavo in funzione delle condizioni di impiego, di posa e del

tipo di cavo, I<sub>z</sub>;

- \_ della corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione I<sub>f</sub>;
- \_ della massima caduta di tensione ammessa pari al 4 %.

Il metodo adottato è quello proposto dalla norma IEC 364-5-23; essa prevede:

- \_ tensione nominale non superiore a 0.6/1 kV;
- \_ cavi non armati;
- \_ temperatura massima ammissibile di 70° C per conduttori isolati in PVC e 90° C per conduttori isolati in EPR (Etilene propilene);
- \_ assenza di irraggiamento solare;
- \_ resistività termica del suolo di 2.5 Km/W.

I parametri che più frequentemente possono variare influenzando la portata sono:

- \_ la temperatura ambiente,
- \_ la presenza o meno di altri conduttori adiacenti a quello considerato,
- \_ il tipo di posa previsto.

Quali condizioni normali, la norma prevede:

- \_ temperatura ambiente di 30° C per cavi in aria e di 20° C per cavi interrati;
- \_ assenza di conduttori sotto carico adiacenti a quello considerato.
- \_ Per condizioni diverse da quelle normali sono stati calcolati i coefficienti correttivi.

Il tipo di posa influisce in modo determinante del cavo in quanto variano notevolmente le condizioni per lo smaltimento del calore prodotto nell' esercizio del cavo (effetto Joule).

La tipologia di posa considerata è la seguente (v. IEC 364-5-23): conduttori isolati, cavi uni-multipolari in tubo sotto intonaco.

La formula usata per il calcolo della portata (IEC 364-5-23 appendice B) è la seguente:

dove:

- \_ I è la portata del cavo [A];
- \_ S è la sezione nominale del conduttore [mmq];
- \_ A e B, m ed n sono rispettivamente coefficienti [A/mmq] ed esponenti che dipendono dal tipo di cavo e di posa e i cui valori sono specificati dalla norma IEC citata.

Il coefficiente di correzione per valori di temperatura ambiente diversi da quelli normali è calcolato in accordo alla norma IEC; Se ne riportano di seguito alcuni valori:

Studio Tecnico - Dott. Ing. Carmelo Giardina

Cavi in aria Cavi interrati

Temp. [° C] Isolamento Isolamento

PVC XLPE PVC XLPE-EPR

10 1.22 1.15 1.10 1.07

20 1.12 1.08 1.00 1.00

30 1.00 1.00 0.89 0.93

40 0.87 0.91 0.77 0.85

50 0.71 0.82 0.63 0.76

60 0.50 0.71 0.45 0.65

Il valore della temperatura ambientale è quello del mezzo circostante quando i cavi o i conduttori isolati in considerazione non sono percorsi da corrente. I coefficienti di correzione per raggruppamento di più circuiti sono desunti dalla normativa.

Il valore della resistività, necessaria per il calcolo della resistenza, è desunto dalla tabella UNEL 35023-70; si applica la nota formula:

dove:

$R$  = resistenza per fase della conduttura [ $\Omega$ ];

$r$  = resistività del materiale a 20 ° C [ $\Omega$  mmq/m];

$l$  = lunghezza della conduttura [m];

$S$  = sezione [mmq];

$n$  = numero di conduttori per fase.

Per il calcolo della resistenza a temperatura diversa da 20 ° C è necessario ricalcolare il valore della resistività del materiale alla temperatura  $\theta$  considerata:

$$r(\theta) = r(20)[1 + \alpha (\theta - 20)]$$

dove  $\alpha$  è il coefficiente di temperatura che dipende dal tipo di materiale (per il rame  $\alpha = 0.0038 \div 0.0040$ ).  
Il

valore della reattanza dipende, oltre che dal tipo di cavo, anche dalla disposizione di cavi stessi. I valori utilizzati sono derivati per interpolazione delle tabelle UNEL 35023-70.

Viene inoltre verificata la caduta di tensione, previo ricalcolo della temperatura effettiva raggiunta dal cavo, funzione della corrente di impiego e della portata:

$$\theta = \theta_a + (\Delta \theta / \%)$$

dove:

$\theta_a$  = temperatura ambiente [° C];

$I_B$  = corrente di impiego del cavo [A];

$l_z$  = portata del cavo [A];

$c$  = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento e dal tipo di posa.

Calcolato il nuovo valore di temperatura si determina il nuovo valore della resistenza e si applica la formula:

$$\Delta R = R_0 \left( \frac{1 + \alpha (T - T_0)}{1 + \alpha (T_0 - T_0)} \right)$$

$R_0$

100

valida per sistemi in corrente alternata monofase, dove:

$M$  è un coefficiente pari a 2 nel caso di sistema monofase e  $\sqrt{3}$  per sistema trifase;

$R'$  e  $X'$  sono rispettivamente la resistenza e la reattanza di fase per unità di lunghezza del cavo alla temperatura a regime [ $\Omega$  /m];

$\cos \phi$  è il fattore di potenza della linea;

$U_n$  è la tensione concatenata nominale [V].

Per il calcolo della potenza dissipata dal cavo si ricorre alla formula:

$$P = 7 \cdot M^2 \cdot I_B^2 \cdot R' \quad [9]$$

dove  $M$  è un coefficiente pari a 2 nel caso di sistema monofase e 3 per sistema trifase.

Verifica in condizioni di guasto

Affinché la linea sia protetta dalle sovracorrenti, siano esse dovute a sovraccarico o a condizioni di guasto (corto circuito), è necessario procedere ad una corretta scelta dell'apparecchio di protezione. In particolare, tale dispositivo deve essere scelto in maniera tale che l'energia specifica lasciata passare durante il suo intervento non superi quella sopportabile dal cavo.

Deve quindi essere soddisfatta la relazione:

$$W \leq W_{lim} \quad (0.3)$$

dove:

$W$  ( $I^2 \cdot t$ ) Energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il cortocircuito.

$K$  Coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e dal suo isolamento.

$S$  Sezione del conduttore da proteggere, in mm<sup>2</sup>.

$t$  Tempo di intervento del dispositivo di protezione che si assume 5 secondi.

Per una durata del cortocircuito 5 secondi, si ha:

$K = 115$  per cavi in Cu isolati in PVC;

$K = 135$  per cavi in Cu isolati in gomma butilica;

$k = 146$  per cavi in Cu isolati in gomma etilenpropilenica.

La (0.3) deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della condotta interessato al cortocircuito.

In pratica è sufficiente la verifica immediatamente a valle degli organi di protezione, dove si ha la corrente di cortocircuito massima e nel punto terminale del circuito dove si ha la corrente di cortocircuito minima, al fine di assicurarsi che, in caso di guasto, la corrente di cortocircuito sia sufficiente a fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

Il valore di taratura dello sganciatore magnetico viene infine calcolato tramite la formula semplificata [Norma CEI 64-8 app. D]

$$I_{cc} \leq 0.8 \cdot I_{m} \cdot \sqrt{\frac{U_n}{1.5 \cdot r \cdot L}}$$

dove  $r$  è la resistività a  $20^\circ \text{C}$  del materiale, e sostituendo quindi  $I_{cc}$  con  $1.2 I_m$ , essendo 1.2 un coefficiente di sicurezza pari al valore di tolleranza ammesso dalla normativa sulla corrente di intervento degli sganciatori:

$$I_{cc} = k \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot G \cdot H^2 \quad (0.4)$$

dove:

$U_n$  è la tensione nominale in volt;

0,8 è un fattore che tiene conto dell'abbassamento di  $V$  durante il corto circuito;

$S$  è la sezione del conduttore in  $\text{mm}^2$ ;

$r$  è la resistività del conduttore alla temperatura media del cortocircuito, assunta pari a  $0,027 \text{ ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  per il rame;

$L$  è un fattore che tiene conto che la corrente di cortocircuito interessa un conduttore di lunghezza  $2L$ ;

$I_m$  è la corrente di cortocircuito minima che provoca l'apertura dell'interruttore.

E inoltre:

$$H = J(\frac{L}{kD})$$

–

tiene conto di eventuali conduttori in parallelo per fase;

$$I = \frac{I_{cc}}{m}$$

$$m = \frac{S_f}{S_n}$$

con  $m = S_f/S_n$  tiene conto, se presente, della diversa sezione del neutro;

$c = 0.5 \div 1$  tiene conto del valore della reattanza per cavi di sezione superiore a 95mm<sup>2</sup>.

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta tramite interruttori magnetotermici tarati in modo da soddisfare le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (0.5)$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z \quad (0.6).$$

Questa seconda relazione è soddisfatta automaticamente con l'uso di interruttori magnetotermici a norme CEI 23.3 o CEI 17.5.

Risultando i conduttori protetti dal sovraccarico in base alla (0.6), ed essendo previsto l'uso di interruttori a norme CEI dotati di soglia di intervento degli sganciatori magnetici inferiore a  $10\phi I_n$ , è sufficiente la verifica della massima corrente di corto circuito, calcolata ai morsetti dell'interruttore.

I calcoli di dimensionamento dei cavi sono stati effettuati con l'ausilio di fogli di calcolo e in allegato si riportano le tabelle relative al dimensionamento dei cavi in uscita dai diversi quadri elettrici.

I dati relativi alle modalità di posa in opera dei cavi, alla temperatura di riferimento, al sistema di collegamento a terra, al tipo di cavo e relativo isolamento, al circuito di appartenenza alla corrente di impiego ed a tutte le grandezze elettriche sono riportati in allegato e negli schemi dei quadri di seguito riportati.

#### **Calcoli giustificativi del dimensionamento o della verifica.**

Si rimanda all' allegato Calcoli Elettrici.

Distribuzione principale e secondaria, tubi protettivi e canali.

La distribuzione principale delle linee di alimentazione forza motrice e linee dati sarà eseguita con tubazione flessibile corrugata sotto pavimento e con sottotraccia a parete e/o nel solaio. Saranno installate scatole di derivazione di dimensione adeguate. La distribuzione dell' impianto di illuminazione sarà realizzata con una rete di tubazioni sottotraccia a parete. Nei locali ove presente il controsoffitto, le tubazioni saranno esterne e realizzate in PVC rigido alla quota del solaio. Le accensioni dell' impianto di illuminazione, saranno gestite da pulsanti che si collegano con il sistema domotico per mezzo di appositi moduli di interfaccia. L' impianto di Forza Motrice sarà composto da punti di utilizzo a parete e dovranno essere previste delle prese di servizio, all' interno di ogni locale, per l' alimentazione di eventuali apparecchiature elettriche mobili.

Protezione e sicurezza elettrica

Protezione dai contatti diretti.

Si intende per contatto diretto il contatto con una parte attiva dell'impianto, compreso il conduttore di

neutro.

La protezione contro i contatti diretti sarà ottenuta mediante le seguenti misure di protezione totale:

\_ isolamento delle parti attive con materiale adeguato alla tensione nominale e verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio;

\_ adozione di involucri aventi grado minimo di protezione pari a IP 20 per le pareti verticali e non inferiore a IP 55 per le superfici orizzontali superiori, data la maggiore facilità per elementi esterni di entrare in contatto con le parti attive interne.

\_ L'isolamento può essere rimosso solo mediante distruzione dello stesso.

\_ L'isolamento delle apparecchiature costruite in fabbrica deve soddisfare le relative norme.

Se per ragioni di esercizio si rendesse necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, dovrà essere rispettata almeno una delle seguenti prescrizioni:

\_ uso di chiave o attrezzo da parte di personale addestrato;

\_ sezionamento delle parti attive con interblocco meccanico e/o elettrico;

\_ interposizione di una barriera intermedia che impedisca il contatto con le parti attive avente grado di protezione IP2X rimovibile con chiave o attrezzo.

Protezione da contatti indiretti.

Si definisce contatto indiretto il contatto con una massa, o con una parte conduttrice connessa con la massa, andata in tensione per un guasto di isolamento.

Si definisce massa una parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.

Si definisce massa estranea una parte conduttrice non facente parte dell' impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra, ed avente resistenza verso terra di valore inferiore a  $1000 \Omega$ .

Il sistema di distribuzione adottato è TT ed in questo caso la protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata con l'impiego di interruttori automatici magnetotermici differenziali, coordinati con l'impianto di terra secondo la formula:

\_  $\leq E@$

MN

(1)

dove:

\_  $I_d$  è il più elevato valore in ampere della corrente di intervento differenziale tra i dispositivi di

protezione installati;

\_ 50 è il valore in Volt della tensione massima ammissibile sulle masse in locali ordinari;

\_ Ra è il valore in Ohm della somma delle resistenze di terra e dei conduttori di protezione;

quest' ultima risulta comunque di valore trascurabile rispetto alle resistenze di terra.

Il quadri elettrici sono dotati di interruttori differenziali la cui corrente differenziale massima Id è pari a 0.3 mA, valore per il quale è stata eseguita la verifica della protezione dai contatti indiretti. Questa è quindi assicurata se l' impianto di terra presenta un valore della resistenza Ra non superiore a:

$$_ \leq E@$$

$$MN = E@$$

$$@. _ = 166 \Omega$$

Tale condizione è sicuramente verificata per l' impianto in esame (vedi paragrafo successivo).

#### Collegamenti equipotenziali

Secondo i dettami delle norme 64-8, tutte le masse e le masse estranee sono previste collegate equipotenzialmente.

I conduttori secondari previsti per i collegamenti equipotenziali avranno sezione non inferiore a 2,5mm<sup>2</sup>, mentre i conduttori principali saranno di sezione metà del conduttore di protezione principale con un massimo di 25mm<sup>2</sup>. Nei locali di servizio, (WC, anti WC), le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico saranno collegate tra loro con corda flessibile, giallo/verde da 2,5mm<sup>2</sup>, e collari stringi tubo di acciaio zincato. Detti collegamenti faranno capo ad una cassetta in cui sarà realizzato un nodo equipotenziale; inoltre in tali locali e nei bagni saranno rispettate le norme 64-8 per quanto riguarda le "zone di rispetto".

Impianto di terra.

Il sistema di distribuzione dell' immobile è del tipo TT, in quanto la fornitura di energia elettrica avviene direttamente in bassa tensione.

L'impianto di terra è costituito dai seguenti elementi:

\_ conduttori di terra;

\_ conduttori di protezione;

\_ conduttori equipotenziali;

\_ collettori;

\_ dispersori.

I conduttori di protezione avranno sezione pari alla sezione del conduttore di fase fino a 16 mmq, pari a 16 mmq nel caso in cui la sezione di fase è compresa tra 16 mmq e 35 mmq, pari alla metà della sezione di fase

nel caso in cui questa sia maggiore di 35 mmq.

Il conduttore di protezione comune a più circuiti deve essere dimensionato in base al conduttore di fase di sezione maggiore.

Al conduttore di protezione dovranno essere collegati i conduttori equipotenziali di tutte le masse e masse estranee, i conduttori di protezione di tutti i contatti di terra delle prese a spina ed i conduttori di protezione di tutte le masse degli apparecchi illuminanti. Tutte le tubazioni entranti nell'edificio dovranno essere collegate all'impianto di terra.

Inoltre saranno realizzati dei collettori equipotenziali o semplicemente dei punti di collegamento equipotenziali supplementari, in corrispondenza dei collettori dell'acqua, nei bagni contenenti docce o vasche da bagno e nei locali tecnici.

E' vietato collegare all'impianto di terra i corpi illuminanti e le masse in genere aventi doppio isolamento.

L' impianto di terra è costituito da n.1 picchetto in acciaio zincato di lunghezza 1.5m infisso nel terreno posto all' interno di pozzetti in prefabbricati in cls con coperchio in ghisa già esistente.

Il tipo di terreno presente è con ogni probabilità costituito da detriti di pietra lavica. Un tale tipo di terreno presenta una resistività di terra prossima a  $100 \Omega \cdot m$ .

Considerando per ogni dispersore a picchetto la formula:

$$R_p = \frac{\rho}{L} \cdot \ln \left( \frac{4L}{a} \right)$$

$$R_p = \frac{\rho}{L} \cdot \ln \left( \frac{4L}{a} \right)$$

$$R_p = \frac{\rho}{L} \cdot \ln \left( \frac{4L}{a} \right)$$

ove:

$\rho$  è la resistività del terreno, in  $\Omega \cdot m$ ;

$L$  è la lunghezza di ciascun picchetto, in cm;

$a$  è il raggio del picchetto, in cm;

si perviene ad un valore di resistenza totale di terra  $R_T$  prossima a  $60 \Omega$ .

In tale calcolo è stato trascurato, a favore della sicurezza, il contributo dato dai dispersori di fatto.

In sede di verifica finale dell' impianto è comunque necessaria la valutazione della resistenza di terra con misura diretta affinché essa verifichi la relazione (1) del paragrafo precedente.

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio dovuto al fulmine di struttura adibita a Attività commerciale. Per la struttura in questione sono state considerate le perdite indicate in Tabella.

*Perdite considerate*

perdita di vite umane (L1) SI'

perdita di servizio pubblico (L2) NO

perdita di patrimonio culturale insostituibile (L3) NO

perdita economica (L4) NO

E' stato pertanto valutato il rischio R1

Per i suddetti rischi sono stati considerati i seguenti valori di rischio tollerabile (RT):

- RT1 =  $1 \cdot 10^{-5}$ .

#### *Caratteristiche della struttura*

Parametro Commento Simbolo Valore

Dimensioni (m) Struttura complessa (°) (Lb\*Wb\*Hb) 25\*22\*20

Coefficiente di posizione Non isolata (\*) Cdb

LPS Non presente PB

Schermatura della struttura Non presente KS1

Densità di fulmini al suolo 1/km<sup>2</sup>/anno Ng

Persone presenti nella struttura esterno ed interno nt

(°) Vedasi planimetria

(\*) Struttura circondata da oggetti o da alberi di altezza uguale o inferiore

#### *Caratteristiche delle linee entranti*

I principali dati e caratteristiche delle linee elettriche entranti nella struttura, nonché i valori calcolati delle aree di raccolta (Al e Ai) e del numero di eventi attesi pericolosi (NL e NI) sono specificati nelle seguente Tabella.

Parametro Commento Simbolo Valore

Descrizione Esterna

Resistività del suolo (Wm) r 500

Tensione nominale (V) 400

Lunghezza (m) Lc 80

Altezza (m) Linea interrata 20

Sezione schermo (mm<sup>2</sup>) Linea non schermata

Trasformatore AT/BT Non presente Ct

Coefficiente di posizione della linea Non isolata Cd

Coefficiente ambientale della linea Urbano Ce

Connessione alla barra equipotenziale Schermo non collegato a barra equip.

apparecchiature

Area di raccolta dei fulmini sulla linea

(m<sup>2</sup>)

AI

Area di raccolta dei fulmini vicino alla linea (m<sup>2</sup>) Ai

Frequenza di fulminazione diretta della linea NL

Frequenza di fulminazione indiretta della linea NI

Dimensioni della struttura adiacente (m) (La· Wa· H

a)

Frequenza di fulminazione della struttura

adiacente

NDa

*Suddivisione in zone della struttura*

La struttura è stata considerata come un'unica zona (Zona n.1) Caratteristiche della zona n.1

Parametro Commento Simbolo Valore

Descrizione Museo

Tipo di pavimento cotto ru 1\*10<sup>-3</sup>

Rischio d' incendio Basso rf 1\*10<sup>-1</sup>

Pericolo particolare (relativo a

R1)

Nessuno h

Pericolo particolare (relativo a

R4)

Nessuno h

Protezione antincendio Adottate (° ) rp 2\*10<sup>-1</sup>

Schermo locale Nessuno KS2

Impianti di energia interni presenti

Impianti di segnale interni presenti

Persone potenzialmente in pericolo

(° ) Estintori;

*Numero annuo atteso di eventi pericolosi per la struttura*

Il numero annuo atteso di eventi pericolosi per la struttura è valutato secondo l' Allegato A della Norma. I risultati ottenuti sono così riportati.

Numero annuo atteso di eventi pericolosi

Simbolo Valore (1/anno)

ND  $9,918 * 10^{-3}$

NM  $3,852 * 10^{-1}$

*Valutazione del rischio per la struttura non protetta*

Rischio R1 - Valori delle componenti di rischio nelle diverse zone per la struttura non protetta

Zona 1 Struttura

RA  $3,261 * 10^{-10}$   $3,261 * 10^{-10}$

RB  $1,087 * 10^{-6}$   $1,087 * 10^{-6}$

RU (linea 1) 0 0

RV (linea 1) 0 0

TOTALE  $1,087 * 10^{-6}$   $1,087 * 10^{-6}$

Conclusioni dal calcolo di R1

La struttura risulta protetta per tutti i tipi di rischio di fulminazione indiretta, mentre per quanto concerne la fulminazione diretta essa ha un rischio inferiore a quello tollerabile come dalla relazione seguente:

$R1=1,087E-6 < RT$  assunto  $RT= 1E-5$

Quadri elettrici e distribuzione.

L'impianto avrà inizio a valle del contatore dell'Ente fornitore dell'energia. Con una linea trifase + neutro si alimenterà l' interruttore generale posizionato all' interno del quadro elettrico a valle dei contatori: Quadro

di Consegna. Da tale quadro si alimenta il quadro elettrico generale QEG (C.E.L 17-13/1) da cui si alimenteranno i quadri di piano. Tale quadro di consegna sarà realizzato con una cassetta stagna in materiale plastico autoestinguente doppio isolamento spessore 2 mm grado di protezione: IP43 con porta trasparente e serratura di sicurezza

*Posa in opera*

La cassetta andrà installata in adiacenza al contatore dell' Ente erogatore e la distanza della linea di alimentazione in uscita dal misuratore dovrà essere inferiore o uguale a 3 m. Il quadro dovrà essere corredato, a bordo, dello schema realizzato fin dal giorno dell' allacciamento. Dimensioni indicative:

405x650x200 mm

*Ditte di riferimento*

## **Carpenteria**

Ditta: BTicino serie: MAS400 modello: LDX-P

Ditta: Gewiss serie: 46

## **Interruttori ed accessori**

Ditta: BTicino

Ditta: Dehn, Obobetterman, Bticino

Quadro elettrico generale (QEG)

Il quadro elettrico generale (QEG) verrà posto nel locale tecnico e alimenterà le varie utenze con conduttori e/o cavi di sezione adeguata.

Per la realizzazione del quadro elettrico generale sarà utilizzata una carpenteria:

\_ in acciaio zincato (zincatura passivata)

\_ spessore 10/10

\_ verniciato a polvere epossipoliestere colore RAL 7035 con finitura superficiale gofrata con struttura componibile grado di protezione: IP45 con porta trasparente e serratura di sicurezza.

Il cablaggio interno del quadro dovrà essere realizzato con l'ausilio di barre pre-cablate tipo TIFAST della portata adeguata e del tipo adatto agli interruttori utilizzati, in grado di permettere una manutenzione rapida e sicura.

Le utenze da prevedere con partenza dedicata nel QEG si possono sintetizzare in:

\_ Linee FM per prese di servizio

\_ Linea FM per Boiler

\_ Linea FM di riserva

\_ Linee illuminazione corridoio minimo 2 linee in modo che si garantisca il back-up in caso di guasto

\_ Linee illuminazione sale museo minimo 4 linee (in base alle dimensioni)

\_ Linee illuminazione servizi igienici minimo 2 linee

Studio Tecnico - Dott. Ing. Carmelo Giardina

25

\_ Linea illuminazione emergenza

\_ Linea illuminazione scale

Il quadro elettrico deve essere realizzato nelle modalità, nelle dimensioni e con le apparecchiature indicate sullo schema del quadro elettrico generale standard riportato di seguito. Su tale schema ci saranno indicate anche le linee di alimentazione delle varie apparecchiature, con relative sezioni. Il Quadro dovrà essere fissato a parete.

Tutte le apparecchiature, compresi gli accessori e minuterie necessari per conseguire una buona finitura a regola d'arte e un buon funzionamento, dovranno essere montate all' interno del quadro e dovranno essere elettricamente connesse. Le linee in arrivo e in partenza dal quadro dovranno essere tutte allacciate. Il Quadro dovrà essere corredato, a bordo, dello schema realizzato fin dal giorno dell' allacciamento. La fornitura dovrà comprendere componenti per installazione, testata di chiusura, pannelli frontali perforati, etc.

#### *Indicazioni di posa degli apparecchi elettrici*

L' altezza d' installazione prevista per i componenti elettrici dovrà essere:

- \_ interruttori: altezza della maniglia delle porte;
- \_ prese a spina: 17.5cm;
- \_ quadri elettrici a parete: 160cm;
- \_ apparecchi citofonici: 140cm.

#### **Particolari accorgimenti per impianti a servizio di portatori di handicap**

Secondo il D.M. 14.06.1989 n.236 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l' accessibilità, l' adattabilità

e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell' eliminazione delle barriere architettoniche", relativamente agli impianti elettrici al punto 4.1.5 è riportato quanto segue: “gli apparecchi elettrici, devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protetti dal danneggiamento per urti” .

#### **Impianto di video sorveglianza**

Il sistema di videosorveglianza sarà composto complessivamente di n. 28 telecamere fisse Day Nigth. La modularità dell' hardware di gestione, trasmissione e ricezione dei segnali video e di comando consentirà eventuali future espansioni. Le caratteristiche sintetiche delle telecamere e della centrale vengono di seguito riportate.

#### **DVR**

Video registratore digitale (DVR) 16 Ingressi Video per la registrazione delle immagini in digitale, DSP a microprocessore e sistema operativo basato su UNIX embedded. Implementato con algoritmo di compressione H.264. Qualità delle immagini Effio 960H, D1 PAL e NTSC, con n.2 HDD 2TB per videosorveglianza. Registrazione in live in tempo reale con 16 canali e funzione pentaplex: -Visualizzazione live, - Registrazione, - Riproduzione, - Backup, - Accesso remoto. Comandi per la gestione multipla da: Pannello frontale, Interfaccia remota, mouse, controller di rete. Metodi di registrazione multipla: manuale, fasce orarie, su allarme, motion detection, eventi, e pre-registrazione. Visualizzazione dei messaggi di

allarme a monitor, cicalino , preset per controlli PTZ, supporto E-mail, uscita per sensori, registrazione di canali multipli. Metodi di archiviazione semplificati: dispositivi usb, download dalla rete. Supporto di riproduzione per tutti i canali in contemporanea, e ricerca delle immagini per fasce orarie ed eventi (allarme, motion detection). Supporto per smartphone e sistemi remoti.

### ***Telecamere***

Telecamera bullet Day & Night per esterni grado di protezione IP66, sensore Super HAD CCD Sony da 1/3" con tecnologia effio, obiettivo interno varifocal da 2.8 - 12 mm, Zoom e messa a fuoco manuale tramite appositi comandi esterni, cavo precablato entro staffa di fissaggio orientabile, Matrice di 4 LED infrarossi per una distanza di illuminamento fino ad 80 metri, Risoluzione video 700 TV linee, commutazione automatica Day & Night, tecnologia WD, Menù OSD interno. Alimentazione 12 Vdc assorbimento massimo 800 mA, temperatura di funzionamento -10 ÷ +50 ° C.

### ***Monitor***

Monitor operatore TFT 19" .. rapporto d'aspetto 4:3 .. risoluzione 800x600 pixels .. ingressi video 2xPAL e 1xVGA .. ingresso audio .. 2 altoparlanti da 2W .. 16,7M di colori .. angolo di visione laterale 150° e up/down 140° .. alimentazione 12Vcc/5A, dimensioni 425(L) x 396(H) x 75.6(P) mm.

### ***Impianto Antintrusione***

Il sistema Antintrusione sarà composto da sensori a doppia tecnologia, in modo da migliorare la sicurezza riducendo al minimo i falsi allarmi.

La modularità dell' hardware di gestione, trasmissione e ricezione dei segnali di allarme e di comando consentirà eventuali future espansioni. Le caratteristiche sintetiche delle apparecchiature vengono di seguito indicate.

### ***Centrale di controllo***

Centrale di controllo MASTER a 8 ingressi supervisionati su 4 livelli espandibili a 128. Comandata da tastiera con display a LCD fino ad un max di 16 tastiere. Fino a 8 sistemi indipendenti (aree). Uscita per sirena modulata ed uscita lampeggiante separata. Combinatore telefonico PSTN integrato. Micro PLC con possibilità di espansione fino a 255 uscite liberamente programmabili. Controllo di accesso integrato per la gestione fino a 64 porte per un numero max di 65535 utenti. Programmazione, monitoraggio e assistenza remoti o locali, tramite computer. Software di gestione Titan per PC con possibilità di mappe grafiche interattive. Collegamento in rete RS485, fibra ottica, TCP/IP, tramite apposite interfacce. Protezione contro la scarica totale delle batterie. Omolog. IMQ II liv. con kit antirimozione mod. ST580.

### ***Sirena esterna***

Sirena esterna doge autoalimentata 12 Vdc con sistema antiperforazione, sistema antischiuma brevettato a

doppia tecnologia contro i falsi allarmi, anti-shock contro gli urti violenti e lampeggiante a led.

### ***Sirena interna***

Sirena piezoelettrica interna SP 200L 12 Vdc, lampeggiante a led, potenza sonora 95 dB (A) a 3 mt, con suono di potenza per allarme e di bassa potenza per preallarme.

Studio Tecnico - Dott. Ing. Carmelo Giardina

27

### ***Monitor***

Monitor operatore TFT 19" .. rapporto d'aspetto 4:3 .. risoluzione 800x600 pixels .. ingressi video 2xPAL e 1xVGA .. ingresso audio .. 2 altoparlanti da 2W .. 16,7M di colori .. angolo di visione laterale 150° e up/down 140° .. alimentazione 12Vcc/5A, dimensioni 425(L) x 396(H) x 75.6(P) mm.