

Comune di MARTINENGO



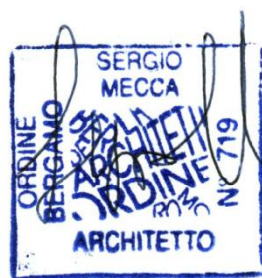
Provincia di BERGAMO

NUOVO CENTRO DI RIUSO PRESSO L'EX CENTRO DI RACCOLTA  
COMUNALE DI VIA MOLINO NUOVO

**PROGETTO ESECUTIVO**

## **RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO**

(art. 33 DPR 207/2010)



Committente	Comune di Martinengo
Ubicazione opera	MARTINENGO (BG)
Tipologia intervento	Ristrutturazione con ampliamento
Strutture	C.A., Acciaio
Progettista	Arch. Sergio Mecca Ordine Architetti Bergamo n° 719
Direttore dei Lavori	Arch. Sergio Mecca Ordine Architetti Bergamo n° 719



## INDICE

1. PREMESSA	4
1.1. Prescrizioni generali per l'esecuzione delle opere	4
2. NORME DI RIFERIMENTO	4
3. PRESCRIZIONI NORMATIVE	6
3.1. Protezione contro i contatti indiretti	6
3.2. Protezione contro i contatti diretti	6
3.3. Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione	6
3.4. Corrente di Cortocircuito	6
3.5. Calcolo della sezione dei conduttori di fase	6
3.6. Interruttori automatici	7
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IMPIANTISTICHE PREVISTE	7
4.1. Quadri elettrici e apparecchiature assiemate	8
4.2. Tubazioni protettive e canaline portacavi	8
4.3. Cavi e conduttori	9
4.4. Cassette o scatole di derivazione	10
4.5. Morsettiere di giunzione e capicorda	10
4.6. Connessioni e cablaggi interni degli apparecchi di illuminazione	10
4.7. Apparecchiature di comando e presa	11
4.8. Impianto di protezione e collegamenti equipotenziali	11
4.9. Impianto di terra	11
4.10. Livello di qualità dei materiali – Marche di riferimento	12
4.11. Prescrizioni generali	12

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica di progetto si riferisce all'impianto elettrico da installare a servizio del fabbricato, di nuova realizzazione e riqualificazione, destinato al riutilizzo dei beni in disuso, ubicato nel Comune di Martinengo, di proprietà del Comune.

L'unità immobiliare sarà alimentata dal Quadro Elettrico Generale ubicato all'interno dell'Ufficio. Ed il Sottoquadro sarà ubicato all'esterno del complesso, nella nicchia vicino ai contatori ENEL.

Il progetto prevede la realizzazione dell'impianto elettrico con installazione di quadri di distribuzione, condutture di alimentazione delle utenze luce, F.M. ed impianti speciali, installazione di punti luce e punti presa che verranno scelti in modo appropriato per un opportuno inserimento nel contesto architettonico previsto.

Si tratta di ambienti ad uso industriale di ambienti pericolosi o a maggior rischio in caso d'incendio, per cui l'impianto è progettato in conformità alla Norma, e classificata come livello di rischio medio, (locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici), quindi si utilizzano cavi definiti da CPR.

Tutti gli interventi proposti saranno fatti nel pieno rispetto delle normative sulla sicurezza dell'impianto e sulla prevenzione incendi ove necessarie.

### 1.1. Prescrizioni generali per l'esecuzione delle opere

Le seguenti prescrizioni e le descrizioni relative alla fornitura hanno carattere indicativo e non limitativo, nel senso che l'Appaltatore fornirà un impianto completo in ogni sua parte, in modo da ottenere un complesso perfettamente funzionante, esercibile in condizioni di massima sicurezza ed affidabilità, rispondente alla tecnica più avanzata, sia per quanto riguarda la progettazione che la realizzazione dello stesso.

Verrà di seguito data descrizione dei requisiti e delle specifiche prestazionali dei componenti/impianti più importanti nel progetto, che dovranno essere considerati nella progettazione costruttiva da sviluppare da parte dell'Appaltatore e nella successiva costruzione degli impianti.

Sono inoltre omesse le specifiche per i materiali considerati secondari e non caratterizzanti il presente intervento, componenti per i quali dovranno utilizzarsi primarie marche, dotate di certificazione di qualità e comunque sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori, seguendo le specifiche tecniche contenute nel Capitolato Tecnico Prestazionale a cui si rimanda.

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Nella redazione del presente progetto, così come nella realizzazione degli impianti elettrici, sono state, e dovranno essere tenute come riferimento nella esecuzione delle opere, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici:

Legge 01.03.1968 n. 186	“Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici”;
Legge 18.10.1977 n. 791	“Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”
Legge 09.01.1989 n. 13	“Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati”

DM 14/06/1989 n. 236	“Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche”
DPR 24.7.1996 n. 503	“Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici”
DM 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”
DLgs 09/04/08 n.81	“Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
DLgs 03/08/09 n. 106	“Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
Direttiva 2004/108/CE	“Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica” recepita con DLgs 194/2007”
Direttiva 2006/95/CE	“Direttiva Bassa Tensione”
norma CEI 0-21	“Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”; -norma CEI 99-2: “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: (CEI EN 61936-1) Prescrizioni comuni”;
norma CEI 11-17	“Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
norma CEI 16-2	Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo macchina, (CEI EN 60445): marcatura e identificazione – Individuazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori”
norma CEI 17-113	“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa (CEI EN 61439-1): tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali”;
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 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 70-1	“Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”;
norma CEI 81-10/1 ÷ 4	“Protezione contro i fulmini”: Parte1: “Protezione contro i fulmini. Principi generali”, Parte 2: “Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio”, Parte 3: “Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”, Parte 4: “Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”;
norma UNI 9795	“Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio”;
norme UNI 54	“Norme di prodotto delle apparecchiature di allarme incendio”;
norma UNI EN 12464-1	“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”;

le prescrizioni e indicazioni del locale comando Vigili del Fuoco e delle autorità locali;

le prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'azienda distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;

le prescrizioni e indicazioni dell'Ente fornitore del servizio telefonico;

eventuali prescrizioni o specifiche del Committente.

### 3. PRESCRIZIONI NORMATIVE

#### 3.1. Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni e carcasse metalliche accessibili destinate ad adduzione, distribuzione e scarico, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensioni esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

L'impianto sarà realizzato in conformità alle prescrizioni della Norma CEI 64/8.

Tutte le masse estranee sono collegate all'impianto di terra secondo le prescrizioni della già citata Norma CEI 64/8.

#### 3.2. Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti consiste nelle misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive.

In linea generale le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X, inteso nel senso che il "dito di prova" non possa toccare parti in tensione; gli involucri e le barriere devono essere saldamente fissati, avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazioni delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

Il grado di protezione minimo richiesto è, in linea generale, IP40.

Nelle zone tecniche è richiesto un grado di protezione IP44/55.

In aggiunta e non in sostituzione delle protezioni totali e parziali contro i contatti diretti, è prevista la protezione attiva mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità, cioè con corrente differenziale non superiore ai 30 mA.

#### 3.3. Coordinamento dell'impianto di terra con i dispositivi di interruzione

Una volta eseguito l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata attuando il coordinamento fra l'impianto di messa a terra e interruttori automatici (magnetotermici differenziali).

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con interruttori che assicurino l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Nel caso specifico, affinché il coordinamento sia efficiente, deve essere osservata la relazione:

$$R_t < 50/I_d$$

dove  $R_t$  è il valore in ohm della resistenza di terra nelle condizioni più sfavorevoli,  $I_d$  il più elevato fra i valori in ampère delle correnti differenziali nominali di intervento dei dispositivi di protezione dei singoli impianti utilizzatori.

#### 3.4. Corrente di Cortocircuito

Sul quadro sottocontatore ubicato sulla recinzione esterna al piano terra si considera una corrente di corto circuito convenzionale pari a  $I_{cu} = 10$  kA.

#### 3.5. Calcolo della sezione dei conduttori di fase

Per determinare la sezione dei conduttori di fase si tiene conto di due fattori:

la corrente di impiego  $I_b$  che la conduttura deve sostenere (in coordinamento con la corrente  $I_n$  delle protezioni);

la caduta di tensione massima, che si è stabilito debba essere contenuta entro il 4% del valore nominale;  
Per determinare la portata delle condutture si fa riferimento alle disposizioni delle norme CEI 64-8 e CEI 20-21, applicando per ogni circuito un fattore di declassamento stabilito in base alle temperature ambiente prevista, al numero dei circuiti adiacenti, al tipo di posa.  
Per la determinazione dei conduttori di neutro e di protezione, si è deciso, in accordo con le norme CEI 64-8 e CEI 20-21, di dimensionarli con la stessa sezione del conduttore di fase per i conduttori con sezioni di fase fino a 16 mmq e con metà della sezione del conduttore di fase per condutture oltre 16 mmq.

### 3.6. Interruttori automatici

Per quanto riguarda gli interruttori automatici, questi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione, devono comunque essere soddisfatte le relazioni:

$$I_{cc} \text{ della linea} < I_{cc} \text{ dell'interruttore} - I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:

I = corrente di corto circuito in valore efficace

t = durata in secondi

S = sezione del conduttore in mmq

K = parametro pertinente il tipo di isolamento del cavo impiegato

Nel presente progetto si è scelto, l'impiego di interruttori con potere di interruzione pari a 10 KA per gli interruttori principali ed anche per gli interruttori dei vari quadri di distribuzione.

Gli interruttori automatici di protezione di ogni circuito sono stati scelti nel rispetto delle relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ e } I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

I<sub>b</sub> = corrente di impiego della linea in Ampere

I<sub>n</sub> = corrente nominale interruttore automatico in Ampere

I<sub>z</sub> = portata in corrente del conduttore in Ampere

I<sub>f</sub> = corrente di funzionamento in ampere

## 4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IMPIANTISTICHE PREVISTE

Le nuove attività relative agli impianti elettrici, speciali e di illuminazione sono le seguenti:

- Fornitura e posa di nuova linea di alimentazione dal Sottopannello al Q.E. Generale;
- Fornitura e posa di nuovi quadri elettrici;
- Fornitura e posa impianto di illuminazione e forza motrice ed impianti speciali in esecuzione a vista ed a incasso con tubazione flessibile;
- Fornitura, posa e collegamento di tutta la cassetteria di potenza e regolazione descritta negli elaborati di progetto;
- Fornitura e posa di impianto disperdente di terra;
- Predisposizione impianto antintrusione e TVCC secondo prescrizioni ricevute dalla committente;
- Redazione di tutta la documentazione obbligatoria al rilascio della dichiarazione di conformità secondo DM 37/08;
- Assistenza ai collaudi con messa a disposizione degli strumenti richiesti dalla committenza;
- Verifiche impianti elettrici in ottemperanza della norma CEI 64/8 e relazionate e condotte con i criteri di cui alla CEI 64/14.

L'alimentazione elettrica del fabbricato sarà effettuata mediante una fornitura elettrica in B.T., 400V di potenza pari a 10Kw a servizio dell'unità immobiliare e delle pertinenze del locale tecnico.

Il punto di consegna e fornitura E.N.E.L. sarà ubicato in apposito vano ricavato presso la recinzione perimetrale della proprietà.

Immediatamente a valle del punto di consegna e contabilizzazione sarà installato un avvanquadro in resina atto a contenere l'interruttore di protezione della linea al quadro generale magnetotermico e differenziale di tipo selettivo rispetto ai differenziali installati a valle.

Dall'avvanquadro partirà la linea di alimentazione al quadro generale degli impianti che sarà presumibilmente ubicato nell'Ufficio all'interno della proprietà, si dirameranno le linee di alimentazione alle varie utenze illuminazione, F.M. e impianti speciali.

In particolare, si prevede l'installazione dei seguenti quadri elettrici:

- Quadro Sottocontatore;
- Quadro Elettrico Generale.

Il suddetto impianto di terra di proprietà dell'utente da luogo ad una distribuzione di tipo TT, composto da circa 57m di corda nuda in rame del 35mmq e quattro picchetti da 1500x50x50mm interrati con pozzetti del 400x400mm.

Come ulteriore dato di progetto si assume, al punto di consegna, una corrente di cortocircuito non superiore a 10KA.

## REQUISITI MINIMI DELLE FORNITURE

### 4.1. Quadri elettrici e apparecchiature assiemate

I quadri elettrici e le apparecchiature assiemate devono essere realizzati e sottoposti a tutte le prove di tipo, secondo le prescrizioni della norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) o della norma CEI 23-51, nei rispettivi ambiti di applicazione.

I quadri elettrici realizzati in lamiera di acciaio devono essere opportunamente verniciati previo trattamento antiruggine.

Le apparecchiature e le connessioni devono essere fissate e bloccate con molta cura al fine di evitare dannosi allentamenti della bulloneria.

La disposizione delle apparecchiature deve essere fatta in modo che sia rispettato un determinato ordine e ci sia una rispondenza tra le apparecchiature montate sul fronte e quelle montate all'interno; nello stesso tempo si deve tener conto delle future necessità di esercizio e manutenzione con un facile e comodo accesso a tutte le parti montate all'interno.

Le sbarre e le connessioni devono avere sezioni largamente dimensionate alle correnti convogliate e ancorate con sostegni adatti a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche dovute alle correnti di corto circuito.

Le connessioni ausiliarie devono tutte essere appoggiate a morsettiere ad elementi componibili.

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

Ogni quadro deve inoltre essere corredato di:

- targhette indicatrici montate sulla portella frontale ed all'interno in corrispondenza di ogni apparecchiatura nonché della targa del costruttore che deve essere marcata in maniera indelebile e posta in modo da essere visibile e leggibile;
- illuminazione interna che si accenda possibilmente automaticamente all'apertura della portella (quando esplicitamente richiesto);
- serratura apribile con chiave;
- schema elettrico aggiornato, completo delle diciture di riferimento dei conduttori e delle morsettiere;
- custodia interna nella quale porre copia degli schemi elettrici.

Nel caso in cui il quadro fosse richiesto in esecuzione stagna si deve garantire particolare cura nella realizzazione delle chiusure delle porte e dei pannelli la cui tenuta va realizzata con opportune guarnizioni; di analoghe guarnizioni devono essere muniti gli strumenti, le lampade spia, i pulsanti, le serrature, ecc.

Inoltre in questo caso il quadro deve essere chiuso anche nella parte inferiore ed essere munito degli appositi pressacavi o guarnizioni a tenuta per l'uscita dei cavi.

### 4.2. Tubazioni protettive e canaline portacavi

Tutte le distribuzioni sono da eseguire generalmente o con tubazioni portaconduttori o con canaline portacavi.

I tubi in materiale termoplastico in PVC devono essere di tipo pesante, rigido o flessibile secondo le norme CEI 23-80 (CEI EN 61386-1); resta escluso l'impiego delle tubazioni flessibili di tipo leggero.

La posa delle tubazioni a vista ed incassate nelle pareti deve essere fatta seguendo percorsi verticali ed orizzontali (questi solamente al di sopra di due metri di quota dal pavimento) e non con traversate o tratti diagonali e, se a soffitto, paralleli alle pareti ed agli assi principali del locale.

Nei vespai e nei tratti interrati si devono impiegare cavidotti di materiale elettrico di elevata resistenza meccanica.

Il diametro delle tubazioni non deve essere inferiore a 20 mm ed in ogni caso il diametro interno deve essere almeno 1,3 volte quello del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in esse contenuti, ciò al fine di garantire la sfilabilità.

Non sono ammesse derivazioni con "T" sui tubi, ma solamente tramite scatole e cassette.

Le canaline portacavi devono essere di materiale appropriato in relazione al luogo di installazione.



Tutte le canaline installate in verticale e/o a quota inferiore a 2,5 m dal piano di calpestio, devono essere fornite in opera con coperchio.

Per i canali contenenti cavi di energia il coefficiente di riempimento non deve superare il 50%, cioè la sezione occupata dei cavi non deve superare la metà della sezione del canale. I conduttori posati in tubazioni o condotti devono risultare sempre sfilabili e reinfilabili, quelli posati in canaline e entro vani (continui ed ispezionabili) devono poter essere sempre rimossi o sostituiti.

Nei tubi, condotti, passerelle, canaline, ecc. non devono esserci giunzioni o morsetti.

Dove esplicitamente indicato e richiesto nella descrizione degli impianti, le tubazioni possono essere:

- in acciaio saldato e zincato a fuoco, tipo Conduit;
- in acciaio senza saldatura, zincato a fuoco, tipo Mannesmann, lisci all'interno, in tutti i casi in cui gli impianti devono essere eseguiti a tenuta perfettamente stagna.

Non è ammesso neanche per le tubazioni in acciaio l'impiego di derivazioni a "T"; tutte le curve si devono eseguire con largo raggio, in relazione anche alla flessibilità dei cavi contenuti, mediante l'impiego di apposite macchine piegatubi.

Le derivazioni possono essere eseguite solamente mediante l'impiego di cassette di derivazione o su morsetti.

Nei disegni allegati al progetto sono indicati, caso per caso, i tipi ed i diametri dei tubi da impiegare.

Le dimensioni devono tuttavia essere verificate all'atto della installazione perché sia assicurata in ogni caso un'agevole sfilabilità dei conduttori.

Nei tratti in vista e negli eventuali tratti controsoffittati i tubi devono essere fissati con appositi sostegni in materia plastica disposti a distanza opportuna ed applicati alle strutture a mezzo di chiodi a sparo o di tasselli ad espansione completamente metallici.

L'ingresso dei tubi nelle cassette di derivazione si deve eseguire mediante l'impiego di appositi raccordi.

In tutti i casi in cui si utilizzano tubi metallici che siano qualificabili come masse è necessario assicurare la continuità metallica dei tubi nell'intero loro percorso e la continuità metallica tra i tubi ed il corpo metallico delle cassette e delle scatole di derivazione, ciò nel caso di impiego di cassette metalliche.

Nel caso di cassette in materiale isolante la connessione metallica dovrà essere assicurata tra il tubo ed il morsetto di terra all'interno della cassetta.

### 4.3. Cavi e conduttori

I cavi impiegati devono essere contrassegnati dal Marchio Italiano di Qualità e devono rispettare i colori distintivi dei conduttori secondo la norma CEI EN 60446 e tabella CEI UNEL 00722 che prevedono:

- colore giallo-verde per i conduttori di protezione;
- colore blu per il conduttore di neutro;
- colori nero, grigio e marrone per i conduttori di fase.

In particolare il colore giallo-verde deve essere riservato al conduttore di protezione.

La colorazione blu del neutro o giallo-verde del conduttore di protezione deve essere estesa su tutto il percorso del cavo: non sono ammesse fascette o nastri terminali per l'identificazione.

I cavi unipolari con guaina, qualora utilizzati come conduttori di protezione o di neutro, si devono identificare con una fascetta terminale rispettivamente di colore giallo-verde o blu.

I cavi per energia di bassa tensione devono portare sull'isolante o sulla guaina le seguenti indicazioni:

- contrassegno del fabbricante (nome o marchio di fabbrica);
- sigla di designazione (ad esempio FG70R sostituita da FG160R16);
- riferimento a norme di comportamento al fuoco (ad esempio CEI 20-22 II);
- marcatura CE ai sensi della direttiva BT.

I cavi devono avere tensioni nominali verso terra e tra le fasi (U0/U) adatti al sistema elettrico a cui appartengono.

Si devono utilizzare cavi con guaina per le seguenti tipologie di posa:

- posa interrata;
- posa su passerella, anche a filo;
- posa in canale senza coperchio;
- posa a vista senza protezione;
- posa nel controsoffitto o sotto il pavimento sopraelevato.

Le condizioni di posa dei cavi devono rispettare le prescrizioni del costruttore del caso, in merito alla presenza di acqua, alla temperatura di posa e di esercizio, agli agenti corrosivi ed inquinanti, all'irraggiamento solare, ecc.

Si devono inoltre rispettare nella posa i raggi di curvatura forniti dal costruttore al fine di evitare eccessive sollecitazioni meccaniche sull'isolamento del cavo stesso.

I cavi di potenza e ausiliari devono essere non propaganti l'incendio ai sensi della norma CEI 20-22.

I conduttori senza guaina devono essere in rame isolato con PVC non propagante l'incendio del tipo FS17 (ex N07V-K), per tensioni nominali  $U_0/U = 450/750$  V come da nuova CPR.

Le sezioni minime ammesse sono:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per le derivazioni ai punti luce e per i comandi e le segnalazioni;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per le dorsali distribuzione luce e per le prese FM;
- 4 mm<sup>2</sup> per le dorsali distribuzione FM.

Ogni giunzione diretta sui cavi entro tubazioni o condotti in genere deve essere evitata.

Le giunzioni e le derivazioni sono ammesse solamente entro cassette o scatole apposite.

Le giunzioni dei conduttori sono da realizzare con opportuni morsetti, a cappuccio con serraggio a vite o a mantello, aventi sezione adeguata alle dimensioni dei conduttori.

Nelle cassette di derivazione e nei quadri elettrici i conduttori devono essere marchiati e identificati da terminali in materiale plastico colorato e/o da fascette numerate per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore.

L'ingresso dei cavi nelle scatole di transito e di derivazione si deve eseguire a mezzo di appositi raccordi pressacavo.

#### 4.4. Cassette o scatole di derivazione

Le cassette di derivazione e rompitratta devono essere in materiale metallico o isolante non igroscopico e di dimensioni tali da alloggiare comodamente tutti i conduttori e i morsetti necessari.

Nella derivazione si deve garantire inoltre una rapida e sicura identificazione di tutti i conduttori per successivi interventi di manutenzione. Per l'esecuzione ad incasso le cassette si devono montare con il coperchio a filo muro.

Nei locali dove è possibile riscontrare tracce di umidità, anche saltuaria, le scatole di derivazione devono garantire un grado di protezione pari a IP55, così come le parti di linee elettriche e gli imbocchi relativi.

Le scatole per posa a vista devono essere complete di coperchio e quelle in materiale termoplastico devono avere imbocchi per tubi con corpo in materiale isolante autoestinguente (UL 94-VO) e non propagante la fiamma.

Nelle cassette di derivazione non è ammessa la promiscuità di conduttori facenti parte di circuiti a diversa tensione nominale; è invece ammesso far transitare nella stessa cassetta conduttori appartenenti ad impianti con uguale tensione nominale, purché i relativi morsetti di derivazione siano raccolti in scomparti diversi diaframmati da separatori isolanti non asportabili.

L'ingresso dei tubi nelle scatole di derivazione si deve eseguire mediante l'impiego di appositi raccordi.

Le cassette o scatole in corpo metallico devono avere il morsetto per il collegamento a terra del corpo della cassetta stessa.

#### 4.5. Morsettiere di giunzione e capicorda

Le morsettiere di giunzione ed i capicorda devono essere realizzate in modo da rendere agevole e razionale il collegamento dei conduttori fra loro, ai quadri ed alle apparecchiature:

le morsettiere dei quadri elettrici devono essere chiaramente contrassegnate e del tipo in steatite per montaggio su profilato DIN;

i morsetti nelle cassette di derivazione devono essere del tipo a mantello in bronzo completi di parte isolante;

i capicorda devono essere del tipo a compressione.

#### 4.6. Connessioni e cablaggi interni degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione devono contenere le connessioni interne che colleghino le lampade ai relativi alimentatori e questi alle linee esterne.

Per le connessioni interne si devono impiegare conduttori di rame di sezione adeguata alle correnti in gioco, con un minimo di 1,5 mm<sup>2</sup>.

Tutte le connessioni, salvo specifica indicazione contraria, devono avere morsetti in rame o bronzo fissati al corpo dell'apparecchio e composti da materiale ceramico o melammina.

Non è ammesso l'impiego di morsetti volanti e l'esecuzione di connessioni per attorcigliamento dei conduttori, con l'impiego di nastro isolante di materiale igroscopico.

In deroga a quanto sopra detto è consentita la saldatura dei conduttori dei condensatori di rifasamento interni ai corpi di illuminazione, qualora questi avessero terminali di questo tipo.

I fili per le connessioni interne degli apparecchi di illuminazione devono essere isolati in materiale termoplastico per 3 kV di prova.

La resistenza di isolamento a 500 V in corrente alternata deve essere superiore ad 1 MΩ.

Tutti gli apparecchi di illuminazione di classe I devono essere muniti di morsetti e di viti di messa a terra.

#### 4.7. Apparecchiature di comando e presa

Le apparecchiature di comando e di prese della serie civile devono essere del tipo ad incasso, a frutti modulari componibili, fissati in scatola in resina termoplastica con supporti in resina e placca frontale in tecnopolimero (alternativa eventuale con placca metallica pressofusa), o a vista a frutti modulari componibili in contenitori con grado di protezione non inferiore a IP40.

Gli interruttori, deviatori e pulsanti devono avere corrente – tensione nominale pari a 16 A -250 V.

Le prese di corrente devono essere di tipo bivalente 2x10/16 A+T o UNEL 16 A con grado di protezione contro i contatti diretti non inferiore a IP2X.

Nelle scatole portafrutti non si devono realizzare giunzioni o derivazioni che non siano strettamente connesse con l'alimentazione dei frutti contenuti.

Nella stessa scatola da frutto inoltre non devono essere installate apparecchiature o frutti funzionanti a tensioni nominali diverse, anche se separati da diaframmi ed alimentati da tubazioni distinte e da conduttori con uguale grado di isolamento.

Le prese industriali devono avere un grado di protezione non inferiore a IP44, devono essere conformi alle norme EN 60309 ed essere generalmente dotate di interruttore di blocco.

Si deve sempre garantire a monte di ogni presa una idonea protezione dai sovraccarichi con un dispositivo avente corrente nominale non superiore alla corrente nominale della presa stessa.

#### 4.8. Impianto di protezione e collegamenti equipotenziali

L'impianto di protezione deve essere costituito da:

- tutti i conduttori di protezione facenti capo agli utilizzatori ed al collettore di terra;
- tutti i conduttori relativi ai collegamenti equipotenziali tra le masse estranee, facenti capo anch'essi al collettore.

Tale impianto deve soddisfare le prescrizioni delle norme CEI in generale ed in particolare della norma CEI 64-8, ed essere coordinato con il sistema di protezione automatica del circuito.

L'impianto di terra ed equipotenziale deve essere verificato e collaudato dalla Ditta Appaltatrice con proprio personale e strumentazione idonea, al fine di accertarne la rispondenza alle norme: tale operazione deve essere eseguita prima della messa in funzione degli impianti elettrici.

La rete di protezione deve essere costituita da conduttori di colore giallo-verde che effettuino il collegamento tra il collettore principale di terra con i poli di terra delle prese di corrente ed in genere a tutte le parti metalliche (masse) di apparecchiature elettriche di classe I.

La rete equipotenziale deve essere costituita da conduttori di colore giallo-verde che effettuino il collegamento tra il collettore principale di terra a tutte le tubazioni metalliche dell'acqua, del gas e dell'impianto di riscaldamento e condizionamento ed in genere a tutte le masse estranee presenti.

#### 4.9. Impianto di terra

L'impianto di terra del complesso in esame è di nuova realizzazione e per esso è stata prevista la posa di corda nuda in rame della sezione di 35mmq e picchetti in Fe-Zn da 1500x50x50mm interrati entro pozzetti 400x400mm in materiale plastico.

L'impianto di terra descritto, è presente nelle tavole di progetto allegate.

Sarà inoltre necessaria una verifica visiva e strumentale sull'impianto di terra realizzato.

Gli impianti elettrici di nuova fornitura ed installazione dovranno essere idoneamente integrati nel sistema di messa a terra.

L'impianto di terra comprende inoltre l'impianto di protezione contro i contatti indiretti (norma CEI 64-8) e fa capo a tutti i quadri elettrici; a questi, tramite conduttori di protezione, saranno collegati tutti gli apparecchi utilizzatori, gli apparecchi di illuminazione, le prese ed ogni altra apparecchiatura elettrica dotata di massa che possa andare accidentalmente in tensione.

#### 4.10. Livello di qualità dei materiali – Marche di riferimento

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente documento e dall'insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE.

Laddove siano utilizzati componenti per i quali è prevista l'omologazione tramite Marchi di conformità alle Normative italiane od europee questi ne devono essere provvisti. I Marchi riconosciuti in ambito CEE saranno considerati equivalenti.

Le specifiche tecniche dei principali componenti che verranno installati all'interno della centrale termica dell'impianto in oggetto, sono riportati nei Volumi Schede Tecniche, facenti parte del presente progetto esecutivo.

#### 4.11. Prescrizioni generali

Prima dell'inizio delle opere di cantiere sarà realizzata un'efficace protezione delle strutture edilizie preesistenti da qualsiasi danno derivante da urti, abrasioni ed imbrattamenti e garantire altresì l'incolumità fisica alle persone presenti nell'edificio e transitanti nelle aree pertinenti.

Le aree e i luoghi di intervento saranno riportati nelle condizioni iniziali di assetto nonché ripulite da imbrattamenti e materiali sparsi in corso d'opera.

Con osservanza.

Bergamo, 27 settembre 2017

---

Arch. Sergio Mecca