

# COMUNE DI ZOLA PREDOSA (BO)

## DESCRIZIONE DEI LAVORI

### - BIBLIOTECA COMUNALE - AMPLIAMENTO, SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE E MIGLIORAMENTO SISMICO

COMMITTENTE :

Comune di Zola Predosa

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI :



Ing. Luca Nanni  
Studio tecnico impiantistico

Via Roma, 57/B Zola Predosa (BO)  
Tel. 051 - 841771

PROGETTO ARCHITETTONICO E DELLE STRUTTURE :



STUDIO BETA ASSOCIATI  
via Castiglione, 31 - 40124 BOLOGNA  
tel: 051 270290 fax: 051 2915203  
P.IVA 01998241200  
e-mail: info@studiobeta.bo.it

ing. Giuseppe Tartarini

## PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO:

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
IMPIANTO ELETTRICO

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

POSIZIONE

02718

ELABORATO N.

CSIE

REV.

00

DATA

22.11.2018

N.	DATA	OGGETTO	REVISIONI
00	22.11.2018	EMISSIONE	

NOME FILE: 02718\_CSIE\_00.DWG

# **1 OGGETTO DELL'APPALTO**

L'appalto ha per oggetto la modifica dei seguenti impianti all'interno della biblioteca comunale sita in Piazza Marconi, 4 Zola Predosa (BO). Le modifiche da apportare derivano dalla necessità di interventi dovuti al miglioramento sismico e di abbattimento delle barriere architettoniche

- Porzione di impianto elettrico (alimentazioni principali, quadri, distribuzione secondaria di luce e forza motrice, ecc...)
- Porzione di impianto di rivelazione incendi

# **2 COLLAUDO E GARANZIE**

Al termine dei lavori la Ditta dovrà eseguire, a proprio carico, le verifiche prescritte dalle vigenti norme tecniche. Il rapporto di tali verifiche dovrà essere allegato alla Dichiarazione di Conformità.

Il collaudo degli impianti, inteso come atto a verificare la rispondenza delle opere da eseguire alle prescrizioni del presente capitolato articoli, dovrà essere eseguito dalla Ditta insieme ad un tecnico nominato dalla D.L. La data di collaudo sarà definita di comune accordo con la D.L.

La Ditta assuntrice dovrà garantire gli impianti, i materiali; le apparecchiature da lei installate o fatte installare per la durata di 12 mesi, dalla data di collaudo favorevole. Qualora per un impianto si svolgano collaudi successivi riferiti a parti separate, la garanzia partirà dalle date dei singoli collaudi.

Durante il periodo di garanzia saranno sostituiti a totale carico della Ditta Assuntrice i materiali, le apparecchiature e parti di impianto che risultino difettosi o che non diano le prestazioni richieste.

Saranno pure a carico della Ditta assuntrice eventuali interventi di specialisti che si rendessero necessari per il buon funzionamento, riparazioni e messa a punto di apparecchiature o parti di impianto.

La Ditta assuntrice si impegna ad accettare, se vi fosse controversia sugli interventi, le decisioni della Direzione Lavori.

# **3 VARIANTI IN CORSO D'OPERA**

Tutte le varianti in corso d'opera dovranno essere preventivamente concordate e approvate dalla D.L.

Se le opere da eseguire in corso d'opera sono comprese tra le voci del computo metrico, verrà utilizzato come prezzo unitario il prezzo di tale voce per quantificare il costo dell'intervento.

Qualora la voce non fosse compresa fra l'elenco voci del computo metrico, la Ditta è tenuta a recapitare la propria offerta alla D.L. per le opere da eseguire in corso d'opera, prima dell'approvazione della variante.

## **4 COMPILAZIONE DEI PREZZI**

Ogni prezzo compilato dovrà tenere conto di tutti i costi diretti inerenti la voce quali costo del materiale, costo di trasporto, costo della manodopera, ricarichi per spese generali e per utili di impresa e di tutti i costi indiretti riferiti all'unità di misura indicata quali costi delle attrezzature e dei DPI per effettuare il lavoro secondo le vigenti norme di prevenzione infortuni, ponteggi, costi per l'accantieramento, noli e tutti i restanti costi di cantiere. All'interno di ogni voce dovranno essere conteggiati anche tutti gli eventuali oneri derivanti da quanto disposto dal DLgs 494/96 ed in particolare della presentazione del Piano Operativo di Sicurezza (POS) e di tutte le indicazioni date dal responsabile della sicurezza in fase di progetto e in fase di esecuzione.

Si precisa che il Committente e la D.L. non si assume nessuna responsabilità riguardo il materiale tenuto in cantiere; nella compilazione dei prezzi dovrà essere tenuto conto anche di una eventuale assicurazione per la copertura di tale rischio.

Ogni voce indicata nell'elenco prezzi comprende il compenso per tutto quanto indicato nella voce; in particolare i cavi sono conteggiati solo per la distribuzione principale (da quadro a quadro) e non per le dorsali di alimentazione dei circuiti (circuiti prese, circuito luce, ecc...) ma tale cavo sarà conteggiato in quota parte all'interno dei singoli utilizzatori (punti luce, punti prese, ecc...).

## **5 CRITERI PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE FORNITURE E DEI LAVORI FINITI**

Per i lavori a misura le quantità eseguite sono determinate, a seconda delle rispettive indicazioni dell'elenco prezzi, a misura, a peso, o a numero, (secondo l'unità di misura indicata nell'elenco prezzi) nelle quantità reali effettivamente eseguite (secondo le ordinazioni) e con misure geometriche, escluso qualsiasi altro metodo.

Per i lavori a corpo gli importi corrispondenti alle quantità eseguite sono determinati - di norma - secondo criterio discrezionale della D.L., la quale può, all'uopo, avvalersi dei prezzi unitari contenuti nell'elenco dei prezzi fornito dall'Appaltatore, accettato dall'Amministrazione e inserito in contratto.

I materiali approvvigionati in cantiere, purché accettati dalla D.L. possono essere accreditati all'Appaltatore fino alla concorrenza della metà del loro valore computato secondo i prezzi di contratto o, in mancanza di questi, discrezionalmente dalla D.L..

L'Appaltatore deve in tempo opportuno richiedere alla D.L. di eseguire in contraddittorio la misurazione di quei lavori e forniture che in progresso di lavoro non si potrebbero più accertare, come pure di procedere a demolizioni o collocazioni in opera, rimanendo convenuto che, se per difetto di ricognizioni fatte a tempo debito, talune quantità non fossero esattamente accertate, l'Appaltatore deve accettarne la valutazione fatta dalla D.L. o sottostare, a tutte le spese, opere di assaggio, rimozione e ripristino, nonché ai danni che per la tardiva ricognizione possano derivargli.

Dato l'impiego oggi invalso di macchine calcolatrici perfezionate, risulta conveniente, nell'eseguire le singole operazioni, praticare l'arrotondamento esclusivamente sulle quantità risultanti. Qualora si usino invece ancora macchine nelle quali i fattori si debbano volta per volta reimpostare, nel computo degli oggetti e della quantità dei

lavori ai quali sia assegnato negli elenchi un prezzo unitario uguale o superiore a € 10,00 , si dovrà tenere conto di due sole cifre decimali nei fattori e di tre nel prodotto; se invece sia inferiore a € 10,00, si terrà conto sempre di due cifre decimali.

Nell'arrotondare, i decimali in eccedenza portano ad un aumento di una unità nell'ultima cifra decimale che si conserva solo qualora il maggior decimale da sopprimere sia 5 o una cifra superiore.

## **6 QUALITÀ E PREVENZIONE DEI MATERIALI- PROVE PRELIMINARI**

Tutti i materiali e le apparecchiature da impiegarsi nell'esecuzione dei lavori devono essere di elevata classe qualitativa e corrispondenti al servizio cui sono destinati e rispondere ai requisiti contrattuali per quanto riguarda tutte le prescritte caratteristiche, quali dimensioni, sezioni, diametri, pesi, numero, qualità, tipi di lavorazione, ecc.. Il loro approvvigionamento in cantiere deve essere tempestivo in modo da evitare interruzioni o ritardi nei lavori.

La loro provenienza non è vincolata - salvo i casi esplicitamente indicati in capitolato - ma deve essere documentata a richiesta della D.L..

I campioni dei materiali e delle apparecchiature prescelte restano depositati presso la D.L. per il controllo della loro corrispondenza con i materiali e le apparecchiature che saranno successivamente approvvigionati per l'esecuzione dei lavori e che, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei ed essere accettati dalla D.L..

L'accettazione in cantiere dei materiali e delle apparecchiature in genere da parte della D.L. non pregiudica tuttavia il diritto della Direzione stessa, in qualsiasi momento, anche dopo la posa in opera e fino ad avvenuto collaudo, di rifiutare i materiali e le apparecchiature stesse e gli eventuali lavori eseguiti con essi, che non si riscontrino corrispondenti alle condizioni contrattuali o ai campioni accettati; inoltre l'Appaltatore rimane sempre unico garante e responsabile della buona riuscita dei lavori anche per quanto può dipendere dai materiali ed apparecchiature accettati ed impiegati nella esecuzione dei lavori stessi.

Quando la D.L. abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Appaltatore deve subito sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche richieste, allontanando immediatamente dal cantiere, a sua cura e spese, i materiali e le apparecchiature rifiutati; analogamente l'Appaltatore deve smontare gli impianti rifiutati dalla D.L. come non corrispondenti alle condizioni contrattuali, e installarli nuovamente, a regola d'arte, sempre a sue spese, entro il termine perentorio che viene stabilito di volta in volta dalla Direzione stessa.

Su richiesta della D.L. l'Appaltatore è inoltre obbligato, in ogni tempo, a prestarsi per sottoporre i materiali, e le apparecchiature da impiegare o già impiegati, alle prove ed agli esperimenti speciali che potrà prescrivere la Direzione stessa, per l'accertamento delle loro caratteristiche.

I campioni vengono prelevati, ad esclusivo giudizio della D.L., alla presenza di un rappresentante dell'Appaltatore che è tenuto a sottoscrivere un regolare "Verbale di prelievo"; detti campioni vengono conservati con le modalità e nei luoghi stabiliti dalla D.L. ed eventualmente inoltrati ai laboratori Ufficiali per la effettuazione delle prove.

I risultati accertati dai suddetti Laboratori si intendono sempre validi ed impegnativi a tutti gli effetti del presente appalto.

Tutte le spese per il prelevamento, la conservazione e l'inoltro dei campioni ai Laboratori Ufficiali, nonché le spese per gli esami e le prove effettuate dai Laboratori stessi od in cantiere, sono a completo carico dell'Appaltatore, che dovrà assolverle direttamente.

Oltre alle prescrizioni di cui alle singole voci dell'elenco dei prezzi, i materiali e le apparecchiature devono essere conformi alle prescrizioni emanate, per ciascun tipo di essi, dall'ISPESL, UNI, IMQ, CEI, UNEL, CTI, VV.F.

Tutti i materiali elettrici impiegati (compresi i quadri elettrici), con la sola esclusione delle prese a spina per uso domestico e similare, devono avere la marcatura CE in conformità alla Direttiva 2006/95/CE

Le verifiche e le prove preliminari, di seguito descritte, dovranno essere eseguite dall'Impresa aggiudicataria in contraddittorio con la D.L. e di esse e dei risultati ottenuti, si dovranno compilare regolare verbale al fine di favorire le operazioni del collaudo finale.

## ***6.1 Verifica preliminare***

L'Appaltatore è tenuto ad accertarsi che la fornitura dei materiali costituenti gli impianti sia quantitativamente e qualitativamente conforme alle prescrizioni contrattuali, nonché ad eseguire la prova funzionale su tutti gli impianti, atta a verificare il corretto funzionamento delle opere realizzate.

## ***6.2 Verifica impianti elettrici***

L'Appaltatore è inoltre tenuto ad eseguire le verifiche agli impianti elettrici in conformità a quanto previsto nella Parte 6 della Norma CEI 64-8, oltre alle verifiche necessarie in ambienti in cui si applicano norme specifiche, secondo quanto indicato nelle dette norme; comunque dovranno essere realizzate le seguenti verifiche all'impianto elettrico:

- esame a vista di tutti gli impianti
- prova di funzionamento di tutti i comandi
- misura della resistenza dell'impianto di terra
- misura dell'efficienza dei dispositivi a corrente differenziale
- verifica della continuità dei collegamenti dei conduttori di protezione e dei collegamenti equipotenziali
- verifica dell'isolamento dei circuiti (230/400V, SELV e PELV), secondo quanto indicato nella Norma CEI 64-8
- verifica dei valori di illuminamento sul piano di lavoro
- verifica dell'autonomia delle apparecchiature per il funzionamento in emergenza
- verifica della funzionalità di tutto l'impianto

## ***6.3 Verifica impianto cablaggio strutturato***

Qualora venga realizzata un impianto di cablaggio strutturato sarà obbligo dell'appaltatore eseguire le verifiche necessarie per la certificazione del suddetto impianto, mediante la realizzazione di tutte le prove prescritte nella Norma CEI EN 50173 e CEI EN 50173;A1.

## **7 LAVORI VALUTATI A MISURA O A CORPO**

Tutti i lavori, compensati sia a misura sia a corpo, si intendono accettabili solo se eseguiti a regola d'arte.

E' facoltà della D.L. ordinare (a totale cura e spese dell'Appaltatore) o eseguire d'ufficio (non prestandosi l'Appaltatore) il rifacimento degli impianti eseguiti in difformità dalle prescrizioni di contratto o dalle indicazioni della D.L.

Nel caso che il rifacimento e la rimozione di tali lavori comporti demolizioni o degradi di altri lavori, eseguiti dall'Appaltatore o da altre ditte, ciò non costituisce titolo per evitare tali rifacimenti o rimozioni, né per chiedere compensi per il risarcimento dei lavori propri o altrui, forzatamente demoliti o rimossi.

L'Appaltatore ha l'onere e la responsabilità della corretta esecuzione dei lavori, in relazione ai disegni di progetto.

Resta inoltre stabilito che, in caso di discordanza fra progetto di contratto e disposizioni di capitolato, tale da comportare oneri fra loro diversi, l'Appaltatore deve eseguire il lavoro in conformità alle prescrizioni più vantaggiose per l'Amministrazione, senza che ciò possa dare adito a richiesta di particolari compensi.

Resta anche convenuto che ogni prezzo, di cui all'elenco, compensa un lavoro in sé completo e finito, fornitura e posa in opera, tale per cui ogni successivo lavoro deve intendersi senza soluzione di continuità rispetto al primo, anche se ciò non è specificatamente e dettagliatamente previsto dalle prescrizioni tecniche e dalla descrizione dei singoli prezzi. Di conseguenza non può essere riconosciuto alcun particolare compenso per eventuali omissioni nell'elencazione degli oneri iscritti nei prezzi di lavori che devono essere eseguiti di norma successivamente, per dare impianti completamente finiti.

Quanto sopra prescritto vale anche nei confronti di lavori da completarsi in corrispondenza a lavori di competenza di altre Ditte.

Se l'Appaltatore, senza opposizione della D.L., nel proprio interesse o di propria iniziativa, impiega materiali o esegue lavori di dimensioni eccedenti o di caratteristiche superiori a quelle previste in contratto, non ha diritto ad alcun aumento dei prezzi.

La misurazione e la valutazione vengono eseguite per i lavori o i materiali aventi le dimensioni, la qualità e le caratteristiche stabilite nel contratto.

Se invece viene ammessa dall'Amministrazione una minore dimensione o una inferiore qualità dei materiali e dei lavori, i prezzi convenuti devono essere ridotti in proporzione delle diminuite dimensioni o della inferiore qualità.

## **8 PROVE- VERBALI- CERTIFICAZIONI- DICHIARAZIONI- DENUNCE- ELABORATI TECNICI- ESECUTIVI- RELAZIONI**

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a propria cura e spese le prove degli impianti, secondo quanto prescritto nella parte 6 della Norma CEI 64-8 (IV Ed.), oltre alle verifiche necessarie nei luoghi in cui si applicano normative specifiche e alle verifiche prescritte dalle norme di prodotto o dalla casa costruttrice di materiali. Sarà inoltre a carico dell'appaltatore la fornitura dei seguenti documenti:

### ***8.1 Dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico***

Dichiarazione di conformità alla regola dell'arte dell'impianto elettrico, entro 30 giorni dalla consegna dell'impianto, secondo quanto richiesto dal decreto di attuazione D.M. 22/01/08 n. 37, e relativi allegati, compresi gli esiti delle verifiche agli impianti elettrici. Tale documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori che provvederà all'invio presso gli organi competenti.

### ***8.2 Dichiarazione di conformità degli altri impianti***

Dichiarazione di conformità alla regola dell'arte dei restanti impianti soggetti al D.M. 22/01/08 n. 37, entro 30 giorni dalla consegna degli impianti, completa di relativi allegati, compresi gli esiti delle verifiche. Tale documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori che provvederà all'invio presso gli organi competenti.

### ***8.3 Certificazione del cablaggio strutturato***

Certificazione dell'impianto di cablaggio strutturato, completo degli esiti di tutte le prove previste dalla Norma CEI EN 50173 e CEI EN 50173;A1 per ogni presa.

### ***8.4 Copia della dichiarazione di conformità di tutti i quadri elettrici***

Copia della dichiarazione di conformità CE ai sensi della Direttiva Bassa Tensione di tutti i quadri elettrici, completa di schema elettrico, relazione di calcolo dei limiti di sovratemperatura, verbale di verifica (secondo quanto indicato nella Norma CEI EN 61439-1 e CEI EN 61439-1).

## **9 REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI**

Gli impianti elettrici devono essere realizzati a regola d'arte. (Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) secondo l'art. 2 della Legge 1 marzo 1968, n. 186).

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle norme CEI e UNI;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda locale distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni dei VV.F. e delle autorità locali

## 10 MATERIALI

Tutti gli apparecchi e i materiali impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti nell'ambiente in cui sono installati e devono in particolare resistere alle azioni meccaniche, chimiche e termiche alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Devono essere rispondenti alle relative norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL ove queste esistano.

Tutte le apparecchiature soggette alla Direttiva B.T. devono inoltre essere marcati CE (compresi i quadri elettrici)

Tutti i materiali indicati nel progetto sono da ritenersi come indicazione di massima; i materiali indicati potranno essere sostituiti con materiali che presentino le medesime caratteristiche tecniche; in particolare per gli apparecchi illuminanti dovranno essere rispettate le stesse curve fotometriche dei materiali indicati e con reattori dalle medesime caratteristiche.

## 11 CAVI E CONDUTTURE

### *11.1 Conformità alle Norme CEI*

Tutti i cavi utilizzati dovranno portare il marchio IMQ, che garantisce la rispondenza del cavo stesso alle norme CEI e alle tabelle CEI-UNEL.

### *11.2 Isolamento dei cavi*

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria (bassa tensione) devono avere la tensione di isolamento nominale non inferiore a 450/750V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando e nei circuiti SELV devono avere tensione di isolamento nominale non inferiore a 300/500V (simbolo di designazione 05). I cavi posati nello stesso tubo devono avere la stessa tensione di isolamento, pari alla più alta tensione di isolamento nominale;

### *11.3 Colori distintivi dei cavi*

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni ammesse dalle Norme. In particolare, i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, essi devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;



### ***11.4 Sezioni minime e cadute di tensione ammesse***

Le sezioni dei conduttori devono essere tali da garantire una caduta di tensione fra il punto di consegna dell'energia e ogni utilizzatore (fra il funzionamento a vuoto e il funzionamento a pieno carico) non superiore al 4% e presentare una portata di corrente conforme a quanto richiesto al punto e).

Indipendentemente dai valori ricavati con le presenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori di rame ammesse sono:

- 1 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e telecomando e per i circuiti SELV;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per illuminazione di base, derivazione per altri apparecchi;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per prese a spina;

### ***11.5 Protezione dei conduttori contro le sovracorrenti***

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

I conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \qquad I_f < 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica  $I^2t$ , che viene lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in un tempo inferiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Per i cortocircuiti di durata inferiore a 5 secondi il tempo massimo ammissibile è dato dalla formula:

$$\sqrt{t} = K \frac{S}{I}$$

### ***11.6 Sezione minima dei conduttori di neutro***

La sezione dei conduttori di neutro non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori e, nei circuiti polifase, quando la sezione dei conduttori di

fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, e dove la corrente massima prevedibile, dovuta a carichi squilibrati o alla presenza di armoniche, non sia superiore alla portata del cavo a sezione ridotta, la sezione dei conduttori di neutro può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo valore, tuttavia, di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame).

### ***11.7 Sezione dei conduttori di terra e protezione***

La sezione dei conduttori di protezione non deve essere inferiore al valore ottenuto con la formula:

$$S_p = \frac{I\sqrt{t}}{K}$$

dove:

$S_p$  = sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>).

$I$  = valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A).

$t$  = tempo di intervento del dispositivo di protezione (s).

$K$  = coefficiente, il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalle temperature iniziali e finali.

I valori di  $K$  possono essere desunti dalle Tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8/5.

In alternativa alla formula sopra riportata, la sezione del conduttore di protezione deve essere uguale al conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio, se tale sezione non è superiore a 16 mm<sup>2</sup>. Se il conduttore di fase è maggiore di 16 mm<sup>2</sup> il conduttore di protezione può essere pari alla metà del conduttore di fase, con un minimo di 16 mm<sup>2</sup> di sezione.

Nel caso in cui il conduttore di protezione non facesse parte della condotta dei conduttori attivi il conduttore di protezione deve avere sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica o di 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista alcuna protezione meccanica.

### ***11.8 Siglatura dei cavi***

Tutti i cavi in partenza dai quadri elettrici dovranno essere identificati con apposito cartellino o etichetta, in partenza da ogni quadro e in arrivo ad ogni dispositivo. Le siglature dei cavi dovranno essere congruenti alla documentazione che dovrà essere fornita insieme allo schema del quadro.

### ***11.9 Canalizzazioni***

A meno che non si tratti di installazioni volanti, i conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico flessibile della serie leggera, per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico flessibile serie pesante, per gli attraversamenti a pavimento. Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,5 volte il

diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.

Tutte le derivazioni dalle linee principali e secondarie non devono mai essere effettuate dentro le tubazioni, ma sempre in apposite cassette di derivazione.

Per la posa in tubazione interrata sarà necessario utilizzare tubi in PVC serie pesante posti ad una profondità minima di 50 cm. Il diametro della tubazione dovrà essere almeno 1,3 volte più grande del diametro del fascio di cavi in essa contenuto. Le tubazioni saranno interrotte con pozzetti accessibili per l'infilaggio dei cavi. I cavi utilizzati nella posa interrata saranno tutti con isolamento in gomma sintetica etilenpropilenica (qualità G7) con caratteristiche spiccate anti-invecchiamento e con guaina di protezione ottenuta con miscela speciale a base di cloruro di polivinile; i cavi in oggetto saranno del tipo FG7OR/0,6÷1 kV.

Nelle operazioni di posa del cavo all'interno di tubazioni di protezione in PVC non si dovrà superare uno sforzo di trazione pari a 6 kg per mm<sup>2</sup> di sezione di rame; inoltre il cavo non dovrà subire piegature inferiori a 12 D, essendo D il diametro esterno del cavo.

Tutte le giunzioni sotterranee, che dovranno coincidere con un pozzetto di ispezione, verranno effettuate mediante pinzatura e sarà necessario ricostruire l'isolamento mediante nastratura di gomma autovulcanizzante, verniciatura con mastice speciale ed ulteriore fasciatura con nastro isolante di cloruro di polivinile.

## **12 DISPOSITIVI DI COMANDO E PROTEZIONE**

Tutti gli interruttori automatici devono essere multipolari. Gli interruttori non automatici, deviatori, commutatori, invertitori unipolari possono essere usati soltanto sui circuiti di illuminazione, purché interrompano il conduttore di fase.

È vietato installare interruttori, sezionatori, fusibili sui conduttori di terra e di protezione. Gli interruttori devono essere tali che la chiusura e l'apertura avvenga congiuntamente su tutti i loro poli.

## **13 PRESE**

Tutte le prese installate devono avere il contatto di protezione collegato all'impianto di terra mediante appositi conduttori di protezione. Tutte le prese devono essere protette da un dispositivo di interruzione automatica dell'alimentazione, che può proteggere contemporaneamente più prese, con corrente nominale non superiore a alla corrente nominale della presa. Le prese ad uso domestico o similare saranno inoltre dotate di alveoli protetti, oltre ad avere obbligatoriamente il marchio IMQ.

## **14 QUADRI**

I quadri devono essere conformi alla norma CEI 17-13/1 o alla norma CEI 23-51, quando applicabile

Tutti i dispositivi installati nei quadri elettrici dovranno avere caratteristiche nominali adeguate al punto di installazione e alle caratteristiche del circuito che proteggono; in particolare gli interruttori automatici e i fusibili dovranno avere un adeguato potere di interruzione, tensione nominale e corrente nominale. In particolare per i circuiti con tensione nominale 24 V le apparecchiature dovranno essere garantite a funzionare con tensione minima pari a 12 V.

Il quadro dovrà essere dotato di sufficienti indicazioni in modo che sia sempre facile individuare a quale elemento di circuito si riferiscono strumenti e dispositivi del quadro stesso.

Pertanto, sia gli apparecchi montati sui fronti, sia quelli montati all'interno, dovranno essere tutti contrassegnati da targhette indicatrici, salvi i casi in cui l'individuazione di cui sopra sia immediata senza ricorso a schemi od altri elaborati, come ad esempio il caso di interruttori montati su scomparti singoli già contrassegnati.

Dovranno inoltre essere forniti, secondo quanto richiesto dalle Norme CEI citate, gli schemi elettrici aggiornati dei quadri.

Si ricorda inoltre che i quadri, quali componenti elettrici, sono soggetti alle direttive Bassa Tensione (DLgs. 626/96 - 73/23/CEE) e alla direttiva Compatibilità Elettromagnetica (DLgs 615/96 - 89/336/CEE) e che pertanto, devono apportare la marcatura CE, nelle modalità indicate nelle direttive suddette e nella direttiva 93/68/CEE; si richiede inoltre copia della dichiarazione di conformità del quadro con il relativo rapporto di verifica per ogni quadro.

Tutti i quadri dovranno essere provvisti di numerazione di ogni filo di cablaggio, essere provvisti di morsettiere per l'attestazione dei cavi in arrivo o partenza.

Ogni dispositivo dovrà essere siglato con apposita targhetta identificativa

Tutte le sigle dovranno essere congruenti allo schema elettrico del quadro che dovrà essere fornito insieme al quadro

## **15 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI**

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X (IP4X per le pareti verticali); si possono avere tuttavia aperture più grandi durante la sostituzione di parti, come nel caso di alcuni portalampade o fusibili, o quando esse siano necessarie per permettere il corretto funzionamento di componenti elettrici in accordo con le prescrizioni delle relative Norme.

Tutte le masse dell'impianto dovranno essere adeguatamente protette contro i contatti indiretti. Al fine di realizzare tale protezione sarà necessario realizzare un adeguato impianto di messa a terra coordinato con dispositivi a corrente differenziale ad interruzione automatica dell'alimentazione elettrica. Tutte le masse dell'impianto dovranno essere collegate al medesimo impianto di terra.

Al fine di realizzare la protezione contro i contatti indiretti sarà in alternativa sufficiente utilizzare apparecchi di classe II. Per tali apparecchi è vietato collegare intenzionalmente le parti metalliche all'impianto di terra.

Per i circuiti a bassissima tensione di sicurezza (circuiti SELV) non è necessario prendere alcuna misura di protezione contro i contatti indiretti.

All'impianto di terra devono essere inoltre collegate tutte le masse estranee, cioè tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili di acqua, gas e altre tubazioni che entrano nel fabbricato, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

### **15.1 Impianto di terra**

L'impianto di terra nei sistemi tipo TT dovrà comunque presentare una resistenza totale  $R_t$  tale che soddisfi la seguente relazione:

$$R_t < 50 / I_{SS}$$

Dove:  $R_t$  = Resistenza dell'impianto di terra (in  $\Omega$ )

$I_{SS}$  = Corrente che fa intervenire il dispositivo di protezione nel tempo massimo di 5 secondi.

Per soddisfare tale relazione è di solito necessario utilizzare interruttori differenziali. In tal caso il valore di  $I_{SS}$  è pari al valore della corrente nominale dell'interruttore differenziale ed il tempo di intervento del dispositivo di protezione deve essere contenuto in un secondo.

Nei sistemi TN l'interruzione dell'alimentazione verrà realizzata con dispositivi differenziali o dispositivi a massima corrente che soddisfino la seguente relazione:

$$Z_s I_a \leq U_0$$

dove:

$Z_s$ : Impedenza dell'anello di guasto (in  $\Omega$ )

$I_a$ : Corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro 0,4 secondi per tutti i circuiti terminali ed entro 5 secondi per i circuiti di distribuzione (in A)

$U_0$ : Tensione nominale in corrente alternata pari a 230 V

## **16 MATERIALI DI RISPETTO**

La scorta di materiali di rispetto non è considerata per le utenze di appartamenti privati. Per altre utenze, vengono date, a titolo esemplificativo, le seguenti indicazioni:

- fusibili con cartuccia a fusione chiusa, per i quali dovrà essere prevista, come minimo, una scorta pari al 20% di quelli in opera;
- bobine di automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di una unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;
- lampadine per segnalazioni; di esse dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera