

## IE02 - DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

**PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO RELATIVO AL  
“AMPLIAMENTO CIMITERO SANTA MARIA A MONTE  
PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO” - UBICAZIONE VIA  
QUERCE**

COMMITTENTE

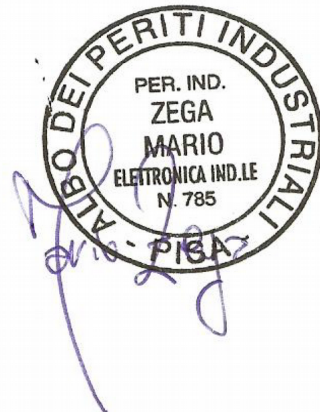
**COMUNE DI SANTA MARIA A MONTE**  
Settore 3 UFFICIO LAVORI PUBBLICI

Piazza della Vittoria 47 - 56020 - Santa Maria a Monte (Pisa)

Partita IVA 0015944 050

**Progettista: Per. Ind. ZEGA MARIO - COLLEGIO DEI PERITI INDUSTRIALI E DEI  
PERITI INDUSTRIALI LAUREATI DI PISA AL N. 785**

**PROGETTO ESECUTIVO DATA: Maggio 2017**



## SOMMARIO

PREMESSA.....	3
REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.....	4
CARATTERISTICHE GENERALI DEI MATERIALI.....	5
COMPONENTI IMPIANTI ELETTRICI.....	15
PRESTAZIONI ED ONERI DI CARATTERE GENERALE.....	17
ESECUZIONE DEI LAVORI.....	20

## **PREMESSA**

### **Oggetto**

Il progetto ha per oggetto la fornitura in opera di tutti i materiali ed apparecchi necessari per la realizzazione delle opere in progetto.

### **Designazione delle opere da eseguire**

I lavori consistono essenzialmente nella realizzazione di un nuovo impianto elettrico, elettrico relativamente al ampliamento del cimitero di Santa Maria a Monte “santa maria a monte progetto definitivo esecutivo” - Ubicazione via Querce” - Blocco 1 e Blocco 2 nel comune di Santa Maria a Monte.

### **Consistenza degli impianti**

Gli impianti elettrici e speciali dovranno comprendere:

- Linea principale d'alimentazione, dal punto di fornitura ENEL al Quadro Generale;
- Realizzazione del quadro elettrico generale;
- Linee di distribuzione;
- Impianto di illuminazione ordinaria;
- Impianto di terra e di equalizzazione del potenziale.

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

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1 marzo 1968, n. 186, ex legge 5 marzo 1990, n. 46 oggi DM 37 del 22 Gennaio 2008.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco;
- alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

### **Prescrizioni generali**

Gli impianti, nel loro complesso e nei singoli componenti, dovranno essere realizzati in conformità a tutte le norme, leggi e regolamenti vigenti.

Nella scelta dei materiali dovranno essere rispettati i seguenti principi:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici e speciali dovranno essere adatti all'ambiente in cui verranno installati e dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potrebbero essere esposti durante l'esercizio;
- tutti i materiali dovranno avere dimensioni e caratteristiche tali da rispondere alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore;
- tutti gli apparecchi ed i materiali per i quali è prevista la concessione del Marchio Italiano di Qualità dovranno essere muniti del contrassegno I.M.Q. che ne attesti la rispondenza alle rispettive Normative, ed essere comunque muniti di Marchio di Qualità riconosciuto a livello internazionale.

Le soluzioni adottate per la realizzazione dell'impianto elettrico sono intese ad ottenere:

- la massima affidabilità del sistema in rapporto sia alla continuità di esercizio che alla sicurezza delle persone e delle installazioni e ottimizzazione dello schema distributivo dal punto di vista tecnico-economico;
- il coordinamento tra condutture e dispositivi di protezione al fine di assicurare la protezione di massima corrente e di guasto a terra e, conseguentemente, di realizzare una rigorosa selettività di intervento.

### **Normativa specifica**

Ai fini della determinazione delle caratteristiche degli impianti elettrici ed in relazione alle attività da svolgere all'interno dei locali in progetto, si è fatto riferimento alla seguente normativa specifica:

- ◇ Gli impianti elettrici dei cimiteri non sono soggetti a norme particolari, si applica la norma generale **CEI 64-8**.
- ◇ E' svolto e di seguito allegato il calcolo di verifica delle protezioni contro le scariche atmosferiche relativo agli spazi in cui saranno realizzati gli impianti elettrici.

## CARATTERISTICHE GENERALI DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali, le prescrizioni per la loro posa in opera e gli standard di qualità dei materiali stessi indicati nelle specifiche tecniche che seguono dovranno essere scrupolosamente osservate dall'Appaltatore per tutta la durata del contratto.

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme del presente Elaborato o degli altri atti contrattuali. Essi, inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di unificazione e normazione con la notazione che ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata o riferita alla norma sostitutiva. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente Capitolato o dalla Direzione, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

Le provviste non accettate dalla Direzione Lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che il Committente si riserva in sede di collaudo finale.

### Prescrizioni riguardanti i circuiti - cavi e conduttori

#### a) Isolamento dei cavi:

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U<sub>o</sub>/U) non inferiori a 0.6/1 kV, **INOLTRE DOVRANNO ESSERE RISPONDENTI ALLA AL NUOVO REGOLAMENTO EUROPEO CPR 305/11 relativo ai cavi da utilizzare per l'alimentazione elettrica, che entrerà in vigore a partire dal 1 Luglio 2017.** Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore.

#### b) colori distintivi dei cavi:

i conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. 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, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

**c) sezioni minime e cadute di tensioni massime ammesse:**

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) 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 di unificazione CEI-UNEL.

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

- 0,75 mmq per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mmq per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mmq per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mmq per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

**d) sezione minima dei conduttori neutri:**

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 mmq, la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di 16 mmq (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8.

**e) sezione dei conduttori di terra e protezione:**

la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella **Tabella 1**, tratta dalla tab. 54F delle norme CEI 64-8. (Vedi anche le prescrizioni riportate agli artt. 543, 547.1.1., 547.1.2. e 547.1.3. delle norme CEI 64-8).

**f) propagazione del fuoco lungo i cavi:**

i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

**g) provvedimenti contro il fumo:**

allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti a

impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

**h) problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:**

qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-38.

**Tab. 1**

**Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase  
(Sezione minima dei conduttori di protezione)**

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio (mm <sup>2</sup> )	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm <sup>2</sup> )	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase (mm <sup>2</sup> )
minore o uguale 16	sezione del conduttore di fase	,5 se protetto meccanicamente 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme

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 tab. 1, con i minimi indicati nella **Tabella 2**.

**Tab. 2**

**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> ferro zincato (*)
Non protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato (*)	

(\*) Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei

conduttori di protezione 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:

$$S_p = (12t)^{1/2} / K$$

nella quale:

$S_p$  è la sezione del conduttore di protezione [mmq];

$I$  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.

### **Canalizzazioni**

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalizzazioni porta cavi in materiale metallico (tipo passerella a filo), condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc..

#### **a) tubi protettivi percorso tubazioni, cassette di derivazione:**

- nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie pesante;
- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto guaina; 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;
- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, a ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;
- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. Tuttavia è ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;
- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi



elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella **Tabella 3**.

**Tab. 3**

**Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi**

(i numeri fra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

Diametro esterno/interno (mm)	Sezione dei cavetti (mmq)								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
36082	(7)	(4)	(3)	2					
16/11,720/15,5			(4)	4	2				
25/19,5			(9)	7	4	4	2		
32/26,4			(12)	9	7	7	4	2	
					12	9	7	7	3

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. E' inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive.

**b) canalizzazioni porta cavi:**

Per i sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche, ove esistenti. Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

In particolare i canali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- essere costruiti in passerella a filo metallico, di diametro 5 mm, sospese a soffitto con steli e staffe, oppure con squadrette oppure con nastro costituito da bandella d'acciaio zincato e ganci regolabili e con traverse o nastro d'acciaio zincato e ganci regolabili con l'uso di tasselli, oppure ancorati a parete verticale a mezzo di mensole e tasselli.

Dovranno essere compresi:

- l'eventuale elemento di separazione interno in materiale plastico;

- gli accessori di corredo per la sospensione a soffitto o l'ancoraggio a parete;
- i giunti e i raccordi per cambiamenti di direzione orizzontale e verticale, i raccordi a T, i gomiti per i raccordi verticali a quadri ed a gruppi di prese, le giunzioni di tipo ispezionabile per i raccordi ai tubi di discesa rigidi e flessibili;
- i ponticelli in rame fra elementi del canale al fine di realizzare la continuità elettrica del circuito di messa a terra.

### **Tubazioni per le costruzioni prefabbricate**

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 23-17. Essi devono essere inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione.

La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere.

Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori necessarie per le discese alle tramezze che si monteranno in un secondo tempo a getti avvenuti.

### **Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati**

Per l'interramento dei cavi elettrici, ove necessario, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costruire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (o i cavi) senza premere e senza farlo affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm più il diametro del cavo (o maggiore, nel caso di più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera, si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a 5 cm o, nell'ipotesi contraria, in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso

piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o per movimenti di terra nei tratti a prato o a giardino. Di massima sarà però osservata la profondità di almeno 50 cm, misurata sull'estradosso della protezione di mattoni. Tutta la sabbia e i mattoni occorrenti saranno forniti dalla Ditta appaltatrice.

### **Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in cunicoli praticabili**

Come stabilito nel presente Capitolato, i cavi saranno posati:

- entro scanalature esistenti sui pedretti dei cunicoli (appoggio continuo);
- entro canale di materiale idoneo, ad esempio cemento (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o in profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente su ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o in profilato d'acciaio zincato, ovvero in materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento tra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di cm 3, onde assicurare la libera circolazione dell'aria. Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70. In particolari casi, l'Amministrazione appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti in acciaio vengano zincate a caldo. I cavi, ogni 150-200 m di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

### **a) posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate o non interrate, o in cunicoli non praticabili:**

Per la posa in opera delle tubazioni a parete o a soffitto ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili, coi dovuti adattamenti.

Al contrario, per la posa interrata delle tubazioni, valgono le prescrizioni precedenti per l'interramento dei cavi elettrici circa le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa (naturalmente senza la sabbia e senza la fila di mattoni), il rinterro ecc.

Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate e apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette verrà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento

resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa se in rettilineo;
- ogni 15 m circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

### **Protezione contro i contatti indiretti in ambiente ordinario**

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 o raggruppamento di impianti, deve essere utilizzato l'impianto di terra generale esistente.

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

### **Sistemi di protezione contro i contatti diretti**

#### **a) elementi di un impianto di terra:**

E' stato opportunamente previsto un impianto di messa a terra che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprenderà:

- il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione, con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mmq.
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

### **Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione**

Una volta realizzato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$R \leq 50/I$$

dove  $I_d$  è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di

protezione.

### **Protezione mediante doppio isolamento**

Ad integrazione 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.

### **Protezione delle condutture elettriche**

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare, 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 della 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 ( $I_z$ ) e una corrente in funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5. Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione

$$I_t \leq K_s$$

(artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

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

E' 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 (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 delle norme CEI 64-8). In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante,  $I^2t$ , 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.

#### **a) protezione di circuiti particolari:**

a) devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;

b) devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali,

eccezione fatta per quelli umidi;

c) devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW.

### **Materiali di rispetto**

La scorta di materiali di rispetto non deve essere inferiore alle seguenti indicazioni:

- fusibili, 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 un'unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura presente su ciascun quadro elettrico;
- lampadine per segnalazioni, di cui dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera.

### **Maggiorazioni dimensionali rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI e di legge**

A ogni effetto, si precisa che maggiorazioni dimensionali, in qualche caso fissate dal presente Capitolato, rispetto a valori minori consentiti dalle norme CEI o di legge, sono adottate per consentire possibili futuri limitati incrementi delle utilizzazioni, non implicanti tuttavia veri e propri ampliamenti degli impianti.

### **Oneri compresi**

Fanno parte degli oneri compresi nell'opera richiesta tutti gli interventi necessari per rendere il sistema pienamente funzionante ed efficiente, senza esclusione alcuna, ed in particolare:

- la fornitura ed il collegamento di tutte le lampade, sino al perfetto funzionamento del sistema;
- la fornitura, l'installazione, la programmazione e la verifica del sistema periferico e centralizzato di gestione e controllo degli impianti;
- la fornitura di tutti gli esecutivi del sistema installato e di tutta la documentazione tecnica.
- le opere accessorie direttamente connesse all'esecuzione degli impianti, ad esempio, apertura e chiusura di tracce, fori passanti nei muri e nei pavimenti, muratura di grappe, sostegni e simili ecc.
- le prestazioni di ponti, di sostegni di servizio e di ogni altra opera provvisoria occorrente per l'esecuzione degli impianti.

## COMPONENTI IMPIANTI ELETTRICI

### Dati tecnici di progetto e requisiti prestazionali

Il progetto ed il dimensionamento degli impianti dovranno essere effettuati sulla base delle condizioni e dei parametri di seguito indicati:

- Tensione di alimentazione alla fornitura: 220V (monofase) - 50Hz - 6kW;
- Distribuzione: sistema TT.
- Conduttori di protezione: collegati, attraverso la barra di terra del quadro elettrico generale, alla rete di terra dell'intero complesso.
- Protezione contro le correnti di contatto indiretto: a mezzo di dispositivi differenziali con  $I_{dn}=30\text{mA}$ .
- Cadute di tensione: minori del 2% dal quadro di elettrico generale misurate all'utilizzatore più distante.

### Descrizione delle opere

#### a) quadro Vano Contatore-Q.0:

Per l'alimentazione dell'intero complesso dovrà essere prevista la fornitura e posa in opera di un quadro elettrici di tipo da esterno, a struttura modulare, realizzato in materiale plastico. Il Quadro Vano Contatore, sarà realizzato utilizzando centralino in plastica 8 Moduli 8 - IP55 con portella trasparente fumé, il tutto posizionato in apposito vano esistente posto all'esterno del cimitero, ovvero su piazzale posteriore, dove attualmente risulta già presente la fornitura elettrica che serve la parte cimiteriale esistente.

Il sistema di distribuzione sarà di tipo TT e si articolerà come descritto di seguito, ovvero dal Quadro Vano Contatore (Q.0), sarà alimentato il Quadro Generale (Q.1). A sua volta dal Quadro Generale (Q.1), saranno alimentate le singole zone dell'impianto.

#### b) quadro elettrico Generale-Q.1:

Per l'alimentazione di ciascuna delle Zone in cui sarà occupato e gestito l'impianto dovrà essere prevista la fornitura e posa in opera di un quadro elettrico (Quadro elettrico Generale) del tipo in poliestere 96 Moduli (24x4) - IP65 porta cieca e serratura. Le sezioni dovranno essere corredate da un pannello di manovra isolato e da una canalina portacavi intermedia con porta piena, e predisposti al montaggio di apparecchiature modulari a mezzo guida DIN; il tutto aggraffato a parete a piano terra del Blocco 2 in modo da posizionarlo centralmente al nuovo corpo edilizio e da lì distribuire in maniera ottimale i vari carichi che saranno ad esso collegati.

#### c) impianto di terra e collegamenti equipotenziali:

Al Nodo di Terra principale posto nel Quadro Generale (Q.1) saranno collegati i vari cavi per realizzare i rispettivi collettori di terra in cavo con guaina G/V di Sezione pari alla Sezione della fase del cavo montante utilizzato.

#### d) canalizzazioni e tubazioni di distribuzione linee illuminazione e forza motrice:

La distribuzione primaria delle linee elettriche in uscita dal Quadro Generale (Q.1.) per l'alimentazione dei vari carichi dovrà essere realizzata con tubazioni in PVC flessibili,

non propaganti l'incendio, di diametri vari.

**i) impianto di illuminazione:**

Nell'intero complesso dovranno essere previsti i seguenti tipi di plafoniere:

- apparecchi d'illuminazione a soffitto, corpo e diffusore in policarbonato colore grigio, lampada LED white 21W-2500lm-4000K IP65;
- apparecchi d'illuminazione a parete corpo in nylon stabilizzato e diffusore in policarbonato colore argento, lampada LED 20W-2000lm-4000K-CRI 70 IP65.

L'accensione dell'illuminazione dovrà avvenire direttamente dal Quadro Generale (Q.1) attraverso sistema orologio/crepuscolare; l'accensione di tutte le altre apparecchiature di illuminazione dovrà avvenire attraverso comandi locali presenti sul quadro stesso.

Le linee dorsali e di derivazione agli apparecchi di illuminazione ordinaria saranno costituite e protette dalle sovracorrenti e dai contatti diretti / indiretti come da schemi unifilari allegati. Inoltre le linee principali (dorsali) saranno realizzate con cavi tipo FG16OR16 di sezione  $S=1,5\text{mm}^2$ , queste faranno capo a scatole di derivazione in PVC stagne, complete di coperchio, dimensioni varie, poste in opera incassate a parete.

**m) Impianto vari:**

Saranno posate linee di alimentazione a servizio di:

- Piattaforma elevatrice a servizio fra piano terra e primo.

Queste linee saranno costituite e protette dalle sovracorrenti e dai contatti diretti / indiretti, e realizzate con cavo multipolare tipo FG16OR16.



## **PRESTAZIONI ED ONERI DI CARATTERE GENERALE**

### **Qualità dei materiali - Campionatura**

Tutti i materiali dell'impianto devono essere della migliore qualità, ben lavorati, e corrispondere perfettamente al servizio cui sono destinati.

Inoltre tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui saranno installati e dovranno avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione. Le spese inerenti a tali prove non faranno carico all'Amministrazione appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati. Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati con il Marchio di qualità Italiano o equivalenti ai sensi della legge 18 ottobre 1977, n. 791. Nella scelta dei materiali è raccomandata quindi la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Qualora la Direzione Lavori rifiuti dei materiali, ancorchè messi in opera, perché essa a suo motivato giudizio li ritenga di qualità, lavorazione o funzionamento non adatti alla perfetta riuscita dell'impianto e quindi non accettabili, la Ditta esecutrice, a sua cura e spese, dovrà sostituirli con altri che soddisfino le condizioni suddette.

Di alcuni tipi di apparecchi o materiali, su richiesta della Direzione Lavori, dovranno essere consegnati campioni alla Committenza per la preventiva autorizzazione all'impiego e installazione; i campioni non accettati dovranno essere immediatamente ritirati e sostituiti. I campioni dovranno essere depositati in Cantiere e saranno trattenuti fino al collaudo.

L'accettazione della campionatura sopra richiamata ha sempre comunque carattere provvisorio, mentre l'accettazione definitiva avverrà solo all'atto del collaudo generale definitivo, essendo riservata al collaudatore completa libertà di giudizio con l'obbligo da parte della Ditta installatrice di effettuare tutte le sostituzioni e modifiche che venissero ordinate in sede di collaudo definitivo. Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.

### **Comandi (interruttori, deviatori, pulsanti e simili) e prese a spina**

Sono da impiegarsi apparecchi da incassi modulari e componibili. Gli interruttori devono avere portata di 16 A; le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati.

La serie deve consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi interruttori nella scatola rettangolare normalizzata.

I comandi e le prese devono poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP 20 e/o IP55.

Le placche di rivestimento degli organi di comando dell'impianto elettrico (prese, interruttori, deviatori, pulsanti e simili), non devono avere impresso nessuna dicitura inerente la denominazione dei luoghi di lavoro.

### **Prese di corrente**

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento devono avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare interruttore magnetotermico.

### **Apparecchiature modulari con modulo normalizzato**

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18), a eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi.

In particolare:

- gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 10000 A, salvo casi particolari;
- tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio, trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- gli interruttori con relè differenziali fino a 80 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b), nonché essere del tipo ad azione diretta;
- gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale.

E' ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 6000; il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso). Gli interruttori di cui alle lettere c) e d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e interamente assiemati a cura del costruttore.

### **Quadri di comando e distribuzione**

I quadri di comando devono essere muniti di profilati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche. Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio. Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature. I quadri della serie devono essere costruiti in modo tale da poter essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente, con serratura a chiave, a seconda della decisione della Direzione Lavori. Il grado di protezione minimo deve essere IP 44 e comunque adeguato all'ambiente. I quadri di comando devono essere realizzati con doppio sportello di cui uno modulare ed

uno trasparente. I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono appartenere a una serie di elementi componibili di larghezza e di profondità adeguate. Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature. Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti con serratura a chiave. Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra. Il grado di protezione minimo deve essere IP 44.

### **Istruzioni per l'utente**

I quadri elettrici devono essere preferibilmente dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili, atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature nonché a individuare le cause del guasto elettrico.

L'individuazione può essere effettuata tramite le stesse apparecchiature o a mezzo di dispositivi separati (contatti ausiliari con indicazione su spie luminose).

### **Sopralluoghi**

Le Ditte concorrenti dovranno eseguire visite di sopralluogo per assumere tutti quei dati ed elementi occorrenti alla valutazione degli oneri per la compilazione dell'offerta; pertanto sarà premura delle Ditte concorrenti controllare sul posto le condizioni in cui si dovranno svolgere i lavori, onde evitare qualsiasi futura contestazione sulle difficoltà di esecuzione.

### **Opere accessorie e provvisoriale**

Debbono intendersi per opere provvisoriale a totale carico dell'appaltatore tutte le opere accessorie direttamente connesse all'esecuzione degli impianti, ad esempio, apertura e chiusura di tracce, fori passanti nei muri e nei pavimenti, muratura di grappe, sostegni e simili etc., nonché l'utilizzo di ponti, di sostegni di servizio e di ogni altra opera provvisoriale occorrente per l'esecuzione degli impianti.

## **ESECUZIONE DEI LAVORI**

### **Modo di esecuzione e ordine dei lavori**

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato e al progetto.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di altre opere. La Ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.

### **Certificazione del rame**

Ogni cavo posato dovrà essere testato singolarmente secondo le regole espresse dallo Standard ISO/IEC 11801. I risultati delle misure, da eseguirsi su ogni singolo cavo, dovranno essere forniti in formato elettronico; è necessario che l'installatore rispetti i seguenti requisiti minimi:

- massima tensione di tiro ammessa 110N (11.3 Kg) per prevenire la stiratura delle coppie;
- parte del cavo non ritorta sulla terminazione, pari a 13mm al massimo, per cavo di categoria 6;
- tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore;
- la distanza minima da eventuali cavi di alimentazione che corrono paralleli è di 15 cm.

Per effettuare la certificazione, per la parte in rame verrà utilizzato un tester con sweep analogico da 1MHz fino a 100MHz (IEC 1156) accuratezza minima 0.5 dB. Per ogni tratta di cavo verranno eseguiti i seguenti test per determinarne la bontà:

- Linemap - verifica pin-to-pin delle connessioni e della continuità del cavo;
- D.C. Resistance - verifica della resistenza di loop in corrente continua;
- Length - verifica dei guasti di trasmissione attraverso la lunghezza (la differenza non deve essere maggiore del 10% fra le coppie di cavo);
- Return loss - misura delle riflessioni del segnale causati da disadattamenti di impedenza;
- Attenuation - misura di tutto il segnale perso nella tratta, il valore riscontrato verrà confrontato con i valori limiti legati alla frequenza utilizzata;
- Dual next - ammontare dei segnali trasmessi indotti elettromagneticamente su copie adiacenti;
- Acr (banda passante) - comparazione dei due test precedenti.

### **Verifiche e prove in corso d'opera degli impianti**

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione appaltante si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti degli stessi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente Capitolato e del progetto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali

impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato. Dei risultati delle verifiche e delle prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

### **Collaudo definitivo degli impianti**

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti e i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel presente Capitolato, tenuto conto di eventuali modifiche concordate nel corso dei lavori.

Si dovrà procedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di legge;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

In particolare occorrerà verificare che:

- a) siano osservate le norme tecniche generali di cui all'art. 2 del presente Capitolato;
- b) gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e alle preventive indicazioni, richiamate nell'art. 1, inerenti lo specifico appalto, purché risultino confermate;
- c) gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non siano state concordate modifiche nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- d) gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- e) i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi.

Inoltre dovranno ripetersi prescritti per la verifica provvisoria e si dovrà redigere l'apposito verbale del collaudo definitivo.

### **Esame a vista**

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme particolari riferentesi all'impianto installato. Il controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia stato scelto correttamente e installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che ne possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- a) protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- b) presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione di conduttori di neutro e protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

E' opportuno che tali esami inizino durante l'esecuzione dei lavori.

### **Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione**

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per i cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati di debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

### **Verifica della stabilità dei cavi**

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente a una percentuale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica prescritta dalle norme CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili) si devono aggiungere, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e nelle costruzioni modulari, le verifiche relative al rapporto tra diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchi circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, e al dimensionamento dei tubo o condotti.

Quest'ultima verifica si deve effettuare a mezzo di apposita sfera come descritto dalle norme CEI per gli impianti sopraddetti.

### **Misura della resistenza di isolamento**

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia di circa 125 V, nel caso di muratura su parti di impianto di categoria O, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, e di circa 500 V, nel caso di misura su parti di impianto di 1a categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) e il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro e, durante lo svolgimento della stessa, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti. La misura è relativa a ogni circuito, intendendosi per circuito la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:

- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

### **Misura delle cadute di tensione**

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio

dell'impianto e il punto scelto per la prova mediante l'inserimento di un voltmetro nel punto iniziale e un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione). Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione delle sezioni delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

#### **Verifica delle protezioni contro i corto circuiti e i sovraccarichi**

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

#### **Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti**

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8) e in particolare:

a) esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori che delle giunzioni.

Occorre inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina.

b) nei locali da bagno, la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale e il conduttore di protezione. Tale controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

#### **Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti**

Per le prove di funzionamento e di rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza), siano conformi a quelle previste nel presente Capitolato d'appalto e cioè a quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate a quando sia possibile disporre di corrente d'alimentazione avente tali caratteristiche, purché ciò non implichi dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore a un massimo di 5 giorni.

Nel caso vi sia al riguardo impossibilità dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione appaltante non intenda disporre per modifiche atte a garantire un

normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, potranno egualmente aver luogo sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria a ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo. Il Collaudatore, tuttavia, dovrà tenere conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione rispetto a quelle contrattualmente previste secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.

a) Per le verifiche in corso d'opera, per quella provvisoria a ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo, la Ditta appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere per ciò accampare diritti a maggiori compensi.

b) Se in tutto o in parte gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà all'Amministrazione appaltante provvedere a quelli di propria competenza qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria a ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

#### **a) Verifica provvisoria:**

All'atto dell'ultimazione definitiva dei lavori e prima del rilascio del verbale di ultimazione lavori, la Ditta richiederà per iscritto alla Direzione Lavori la verifica provvisoria delle opere.

In tale verifica saranno elencate le manchevolezze e deficienze eventualmente riscontrate per la perfetta completezza dell'opera, ed il termine entro il quale la Ditta dovrà provvedere alla loro eliminazione; trascorso inutilmente tale tempo, la Committente provvederà ad eseguire direttamente i lavori addebitandone le spese alla Ditta.

Alla verifica provvisoria dovrà essere presentata tutta la documentazione descritta all'art. "Documentazione finale", ad eccezione delle prove di funzionamento che verranno inserite nella raccolta prima del collaudo finale.

#### **b) Verbale ultimazione lavori:**

Soltanto dopo aver accertato che da parte della Ditta sono state seguite tutte le prescrizioni riportate nella verifica provvisoria, e presentati i documenti sopra indicati, la Direzione Lavori emetterà il verbale di ultimazione lavori.

Si intende che nonostante l'esito favorevole della verifica provvisoria, la Ditta assuntrice rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito fino al collaudo definitivo o al termine del periodo di garanzia.

#### **c) Collaudo definitivo:**

Il collaudo definitivo avverrà dopo la data di ultimazione dei lavori, e precisamente:

- a) per l'impianto elettrico e impianti speciali entro 30 giorni dalla data di ultimazione dei lavori.

In ogni caso il certificato di collaudo sarà emesso soltanto dopo che saranno disponibili tutte (nessuna esclusa) le autorizzazioni degli Enti preposti al controllo e siano state



rilasciate tutte le autorizzazioni per l'esercizio.

I collaudi definitivi saranno effettuati secondo le prescrizioni delle Norme UNI e quelle richieste dal presente Capitolato: al collaudo definitivo dovrà essere presentata la "documentazione finale" completa delle prove di funzionamento.

Qualora i collaudi non dessero esito positivo, essi saranno ripetuti entro un mese; durante tale lasso di tempo, l'Appaltatore procederà a sua cura e spese a tutte le modifiche, sostituzioni, tarature e messe a punto in genere, che saranno ritenute necessarie per rendere rispondenti gli impianti alle caratteristiche tecniche contrattuali. Ove le operazioni di messa a punto sopra citate non fossero state ultimate in tempo utile, ovvero in caso di nuovo collaudo negativo, il collaudo stesso verrà ripetuto a distanza di un ulteriore mese: l'importo trattenuto a garanzia verrà svincolato una volta scaduto il termine di detta garanzia; nel caso che la garanzia termini prima di aver effettuato l'ultimo collaudo, lo svincolo avverrà dopo l'esito favorevole di detto collaudo.

Si precisa che in caso di ripetizione di collaudi e verifiche per precedente esito insoddisfacente, l'Appaltatore dovrà farsi carico anche dei costi aggiuntivi per il personale tecnico incaricato del controllo (Collaudatore e Direttore dei Lavori). Questi importi verranno detratti dall'importo trattenuto a garanzia: inoltre la Committente potrà addebitare alla Ditta i costi dell'energia (gas, acqua, elettricità, etc.) occorrente per la ripetizione dei collaudi stessi.

### **Documentazione finale**

La Ditta dovrà provvedere a consegnare alla Committente tutta la documentazione costituente il manuale di conduzione e manutenzione, così suddiviso :

#### **a) Indice generale:**

L'indice della documentazione dovrà essere strutturato in modo da consentire un facile accesso alle informazioni contenute nella documentazione stessa. Le informazioni dovranno essere date in modo logico ed organico ed inoltre dovrà essere realizzato in modo da consentire un agevole aggiornamento.

#### **b) Emergenze:**

Le emergenze richiedono informazioni per far fronte a condizioni eccezionali e devono essere rese con immediatezza; pertanto vi dovrà essere un capitolo specifico per tali evenienze (es. incendio, fughe gas, allagamenti, etc.), contenente istruzioni precise sul modo di affrontarle e sulle diverse azioni da intraprendere da parte del personale. Le informazioni devono comprendere le piante con le posizioni dei dispositivi di emergenza. Detta sezione dovrà essere preceduta da un indice.

#### **C) Conduzione:**

La conduzione richiede la preparazione di istruzioni per lo svolgimento delle operazioni atte ad assicurare il normale funzionamento degli impianti. Questo capitolo dovrà essere diviso in due parti, precedute da indice:

- una per gli utenti non addetti ai lavori, contenente delle informazioni sia di carattere generale (descrizione del tipo di impianto, suo utilizzo, servizio

disponibile, etc.) sia sulle operazioni da compiere per il corretto uso degli impianti, ivi comprese le eventuali operazioni dell'utente.

- la seconda per gli addetti ai lavori e contenente tutti i dettagli tecnici, quali:
  1. suddivisione e descrizione dettagliata degli impianti;
  2. dati tecnici di riferimento;
  3. elenco disegni di riferimento;
  4. descrizione dettagliata del funzionamento di ciascun impianto e circuito, con indicate separatamente le operazioni da compiere per l'esercizio normale e l'emergenza.

#### **d) Manutenzione:**

Questo capitolo dovrà contenere tutte le informazioni relative a tutte le apparecchiature installate con:

- indice;
- copie di bollettini, cataloghi ed istruzioni dei fabbricanti di ogni componente ed apparecchiatura costituente gli impianti; tali copie dovranno essere sistemate in ordine alfabetico di categoria. Dovranno essere individuate sui bollettini, con evidenziatore, le apparecchiature installate e ciascun bollettino dovrà essere preceduto da una scheda indicante:
  - tipo di apparecchiatura e sigla di riferimento;
  - riferimento della relativa specifica di capitolato;
  - eventuali approvazioni (se vi sono state difformità);
  - elenco delle caratteristiche tecniche di funzionamento;
  - programma delle operazioni di manutenzione: dovrà essere indicato per ogni apparecchiatura cosa effettuare e la periodicità dell'intervento;
  - elenco delle parti di ricambio essenziali;
  - elenco degli indirizzi dei punti di assistenza apparecchiature.

#### **e) Certificazioni:**

Dovranno includere :

- indice;
- i nulla - osta degli Enti preposti il cui ottenimento, si ripete, è a carico della Ditta installatrice;
- tutte le omologazioni delle apparecchiature;
- tutti i certificati di garanzia, certificati di ispezione, collaudi in fabbrica, etc. delle apparecchiature.

#### **f) Disegni:**

Dovranno essere redatti i disegni definitivi finali degli impianti, così come sono stati realmente eseguiti, completi di piante, schemi unifilari, etc.. Di tali disegni, redatti con Autocad, la Ditta dovrà fornire tre copie complete e CD.

I disegni dovranno comprendere i quadri elettrici al servizio degli impianti, completi di schemi, vista del fronte quadro completa di nomenclatura e numerazione di tutti gli elementi.

Ciascuna tavola dovrà essere contenuta in busta di plastica e tutte le tavole saranno

inserirle in appositi raccoglitori ad anelli, con l'indice alla prima pagina.

Tutta la documentazione dovrà essere in triplice copia ed ogni serie dovrà essere nel formato UNI A4 ed essere rilegata con raccoglitori ad anelli provvisti di copertina resistente. La Stazione Appaltante prenderà in consegna gli impianti soltanto dopo che la Ditta avrà ottemperato a quanto sopra.

Rimane inteso che la Stazione Appaltante si riserva la facoltà di imporre alla Ditta la tenuta degli impianti fino all'espletamento di quanto sopra esposto, e cioè fino a quando la stessa Stazione Appaltante potrà prendere in consegna gli impianti. Durante questo periodo la Ditta dovrà provvedere alla conduzione e manutenzione sia ordinaria che straordinaria e resterà unica responsabile degli impianti; saranno esclusi soltanto gli oneri per i consumi di energia e combustibili.

### **Garanzia e sua durata**

La Ditta assuntrice ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per il montaggio che per il regolare funzionamento, per la durata di anni 1 (uno) dalla data del verbale di ultimazione lavori.

Qualora i collaudi non siano stati ancora ultimati, la garanzia dovrà essere mantenuta fino alla data dell'ultimo collaudo positivo. Pertanto fino al termine di tale periodo, la Ditta dovrà riparare tempestivamente a sue spese tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero per difetto di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni causati da imperizia o negligenza del personale che ne faccia uso, o da normale usura.

### **Manutenzione, messa a punto, conduzione e gestione degli impianti**

La perfetta messa a punto e l'ordinaria manutenzione degli impianti saranno a carico della Ditta durante tutto il periodo di durata del contratto di Manutenzione, Conduzione e Gestione: le operazioni di manutenzione saranno conformi al Piano di Manutenzione, Conduzione e Gestione allegato al presente appalto ed alle prescrizioni ed in accordo alla Norma CEI 0-10.

