

Committente

**COMUNE DI VIGEVANO**

**Provincia di Pavia**

Corso Vittorio Emanuele II, n. 25

27029 Vigevano (PV)

Telefono (+39) 0381 2991 protocollovigevano@pec.it



Città di Vigevano



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU

PNRR MISSIONE 5 – COMPONENTE 2 – INVESTIMENTO 1.2



**VIGEVANOPROXIMA**  
La città si trasforma

LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE ALLOGGI - AREA DISABILITA'  
C.V.I. PERCORSI DI AUTONOMIA PER PERSONE CON  
DISABILITA' SITI IN SANNAZZARO DE BURGONDI E MORTARA  
PNRR M.5 C.2 I1.2  
CUP I84H22000250006- CIG 9913005682

Progetto esecutivo

## **RISTRUTTURAZIONE ALLOGGIO SITO IN MORTARA (PV) via Nazario Sauro, n. 20 - 27036 Mortara**

Responsabile unico del procedimento

Ing. Manuel Mascheroni

Progettazione

Studio di Ingegneria ed Architettura  
Ing. Claudia Zelaschi  
via G. Pascoli, n. 10 - 27020 Tromello (PV)  
+39 392 6340377  
progetti@claudiazelaschi.com



Sicurezza

Arch. Camillo Cugini  
via Porzi, n. 24 - 26013 Crema (CR)  
0373 250080  
architetto.cugini@gmail.com

Consulenti

*Impianti*  
P.Ind. Walter Velardi

## **CAPITOLATO TECNICO IMPIANTI ELETTRICI**

# IMP.04

| REVISIONE | DATA     | DESCRIZIONE |
|-----------|----------|-------------|
| 0         | 14.12.23 | EMISSIONE   |
|           |          |             |
|           |          |             |
|           |          |             |
|           |          |             |

Livello

PE

Data

14/12/2023

Scala

-

---

## INDICE

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI                                         | 3  |
| 2. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI                                         | 3  |
| 3. VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA                                           | 4  |
| 4. MODO DI ESECUZIONE DELLE OPERE                                               | 4  |
| 5. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI                                               | 5  |
| 6. IMPIANTI TRIFASI                                                             | 5  |
| 7. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE                                                    | 6  |
| 8. CAVI E CONDUTTORI                                                            | 7  |
| 9. SEZIONE DI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE                                  | 8  |
| 10. SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI                                | 8  |
| 11. RESISTENZA DI ISOLAMENTO                                                    | 8  |
| 12. CADUTE DI TENSIONE MASSIME                                                  | 9  |
| 13. TUBI, CONDOTTI E CANALI                                                     | 9  |
| 14. MENSOLE E GANCI                                                             | 10 |
| 15. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE                                                 | 10 |
| 16. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI                                        | 10 |
| 17. IMPIANTI DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO CONTATTI INDIRETTI | 11 |
| 18. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI                                      | 12 |
| 19. PRESE A SPINA                                                               | 12 |
| 21. QUADRI DI COMANDO                                                           | 14 |
| 22. QUADRI PER APPARECCHIATURA DI BASSA TENSIONE                                | 14 |
| 23. VERIFICHE DI COLLAUDO                                                       | 17 |
| 24. ELABORATI TECNICI                                                           | 18 |
| 25. GARANZIA DEGLI IMPIANTI                                                     | 19 |

## **PREMESSA**

Il seguente capitolato tecnico degli impianti elettrici interni riporta le principali caratteristiche tecniche dei materiali e delle apparecchiature previste in progetto.

Per una dettagliata comprensione del funzionamento, delle prestazioni e del dimensionamento degli impianti elettrici si rimanda anche alla relazione tecnica, agli elaborati grafici, al computo metrico e alle schede tecniche.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà eseguire e consegnare al Committente un impianto finito, completo e perfettamente funzionante in ogni sua parte, eseguito a perfetta regola d'arte.

Tutti i materiali, macchine ed apparecchiature dovranno essere sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

## **NOTE GENERALI**

L'impresa appaltatrice dovrà consegnare alla Committente gli impianti finiti, completi in ogni loro parte, perfettamente funzionanti e conformi alla normativa vigente.

A titolo esemplificativo e non esaustivo sono a carico dell'Appaltatore impianti elettrici:

- la campionatura delle apparecchiature richieste dalla Committenza;
- il trasporto e i tiri ai piani delle apparecchiature e dei materiali;
- il noleggio di apparecchi di sollevamento per la realizzazione delle opere;
- il collaudo e la prima accensione delle principali apparecchiature da effettuarsi a cura del costruttore;
- la redazione degli elaborati as built;
- la redazione e la presentazione della denuncia dell'impianto di terra (DPR 462);
- le dichiarazioni di conformità dei vari impianti (elettrici e speciali), complete di tutti gli allegati;
- la redazione della documentazione necessaria per l'attivazione della fornitura elettrica;
- le certificazioni necessarie ai fini dell'ottenimento del Certificato di prevenzione incendi (solo quelle di competenza degli impianti elettrici);
- manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature;
- programma di manutenzione;
- la pulizia delle aree di cantiere.

## **1. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Le opere relative agli impianti elettrici che formano l'oggetto del presente appalto consistono in:

- a) Apparecchiature bassa tensione;
- b) Impianti di distribuzione elettrica;
- c) Impianto di illuminazione
- d) Impianto di forza motrice
- e) Collegamenti a utenze elettriche;
- f) Collegamenti elettrici a utenze meccaniche;
- g) Ampliamento impianto di terra;
- h) Quadri elettrici.

## **2. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I lavori dovranno essere eseguiti a regola d'arte, impiegando materiali appropriati ed in conformità agli ordini impartiti dalla Direzione dei lavori, nonché rispondenti a quanto indicato nelle seguenti disposizioni di legge:

legge 01-03-68 n° 186, D.M. 18-12-75, legge 18-10-77 n° 791, D.P.R. 27-04-78 n° 384, legge 07-12-84 n° 818, D.P.R. 09-12-87 n° 587, D.M. 20-02-92, Decreto 22-01-08 n° 37 e Decreto 81/08 e nelle Norme CEI. L'Impresa Appaltatrice avrà la facoltà di reperire i materiali per la realizzazione degli impianti nelle località che riterrà più convenienti; per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato potranno essere richiesti i campioni sempre che siano materiali di normale fabbricazione.

L'Amministrazione Appaltante indicherà preventivamente le prove da eseguirsi, in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto. 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 col Marchio di Qualità Italiano.

I materiali dei quali verranno richiesti i campioni, non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte della Direzione dei lavori. Questa dovrà dare il proprio responso entro quindici giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere. Le parti si accorderanno per l'adozione, i prezzi e la consegna qualora nel corso dei lavori si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto. La Ditta Appaltatrice non dovrà porre in opera materiali rifiutati dall'Amministrazione Appaltante, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere. I compensi delle opere, come da allegato Elenco dei Prezzi Unitari, tengono conto anche degli oneri dell'Impresa per l'accesso dei materiali e dei mezzi d'opera ai luoghi di lavoro previsti per le opere in oggetto.

I materiali in provvista e posti in opera dall'Impresa, verranno contabilizzati per le effettive quantità poste in opera, restando ogni sfrido a carico dell'Impresa stessa.

Tutti i materiali, prima di essere installati, dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

Per quanto non espressamente specificato nel presente articolo si fa riferimento ai relativi Artt. del Capitolato generale.

### **3. VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA**

Come indicato nel Capitolato Generale, l'Amministrazione Appaltante si riserverà la facoltà di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato speciale di appalto.

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 ed in tutto quello che potrà essere utile allo scopo sopra accennato.

La Ditta Appaltante sarà tenuta, a richiesta dell'Amministrazione Appaltante, a mettere a disposizione operai, normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza poter ciò avere diritto a maggiori compensi. Le verifiche e le prove preliminari di cui sopra dovranno essere eseguite dalla Direzione dei lavori in contraddittorio con la Ditta Appaltatrice prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori e di esse si dovrà compilare regolare verbale.

Il Direttore dei lavori, ove trovi da eccepire in ordine a quei risultati, perché non conformi alle prescrizioni del seguente Capitolato, emetterà il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte della Ditta sono state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie.

S'intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, la Ditta rimarrà responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo, e fino al termine del periodo di garanzia.

Durante l'esecuzione dell'opera il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di allontanare dal cantiere qualsiasi operatore della ditta Appaltatrice senza darne alcuna giustificazione.

### **4. MODO DI ESECUZIONE DELLE OPERE**

L'esecuzione delle opere dovrà avvenire a perfetta regola d'arte, secondo i disegni di progetto e le particolari disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori, nel pieno rispetto del presente Capitolato speciale, unitamente alle «Norme per l'esecuzione delle linee elettriche», di cui al D.P.R. 21-06-68 n° 1 062 ed alle norme CEI. Il visto della Direzione dei lavori non esonererà l'Impresa da alcuna responsabilità civile o penale.

Qualora i lavori non fossero eseguiti in conformità a quanto sopra, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori si procederà al rifacimento di quelle parti di impianto ritenute non idonee senza poter richiedere alcun compenso remunerativo da parte dell'Appaltatore.

Restano ferme tutte le disposizioni di legge in materia di impianti elettrici ed impianti di illuminazione pubblica.

Le opere dovranno essere eseguite a regola d'arte, nel rispetto delle norme C.E.I. e secondo le prescrizioni delle società erogatrice. Tutti i materiali dovranno essere omologati dagli Enti competenti ed essere provvisti del Marchio di Qualità.

L'impianto sarà eseguito con tubo flessibile in P.V.C. pesante sottotraccia, scatole a filo intonaco con morsettiera interna isolata.

I conduttori in rame avranno grado di isolamento 3 ed avranno dimensioni tali da garantire un riscaldamento nullo ed una caduta di tensione inferiore al 4%.

Le tubazioni saranno dimensionate in modo tale da poter contenere, a impianto ultimato, un ulteriore 30% di conduttori.

## 5. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici dovranno essere calcolati per la potenza impegnata; si intende quindi che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere saranno riferite alla potenza impegnata.

I valori delle potenze installate per i principali utilizzatori elettrici (gruppi frigoriferi, centrali di trattamento aria e centrale termica) sono stati comunicati dai responsabili della progettazione degli stessi e sono stati utilizzati per il dimensionamento delle rispettive linee e interruttori di alimentazione.

In mancanza di indicazioni, si farà riferimento al carico convenzionale dell'impianto. Detto carico dovrà essere determinato di volta in volta secondo i criteri della buona tecnica, tenendo conto delle Norme CEI. In particolare, le condutture dovranno essere calcolate in funzione della potenza impegnata che si potrà ricavare nel seguente modo:

- a) Potenza assorbita da ogni singolo utilizzatore ( $P_1$ - $P_2$ - $P_3$  ecc.) intesa come la potenza di ogni singolo utilizzatore ( $P_u$ ) moltiplicata per un coefficiente di utilizzazione ( $C_u$ );  $P_1 = P_u \times C_u$
- b) Potenza totale per la quale dovranno essere proporzionati gli impianti ( $P_t$ ) intesa come la somma delle potenze assorbite da ogni singolo utilizzatore ( $P_1$ - $P_2$ - $P_3$  ecc.) moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità ( $C_c$ );  $P_t = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n) \times C_c$ . La sezione dei conduttori sarà quindi scelta in relazione alla potenza da trasportare, tenuto conto del fattore di potenza, ed alla distanza da coprire.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (con un minimo di 4500 A). Indipendentemente dai carichi i conduttori da impiegare dovranno avere una tensione nominale di isolamento adeguata a sezione non inferiore a quella riportata di seguito:

- illuminazione e relative prese a spina;
- circuiti principali (dorsali) e derivazioni alle singole prese = 2,5 mm<sup>2</sup>;
- derivazione ai singoli punti luce = 1,5 mm<sup>2</sup>;

USI VARI:

- circuiti principali (dorsali) = 6 mm<sup>2</sup>;
- circuiti principali (dorsali) negli altri casi = 4 mm<sup>2</sup>;
- derivazioni a singoli utilizzatori od alle singole prese = 2,5 mm<sup>2</sup>;
- montanti al servizio di singole utenze = 6 mm<sup>2</sup>.

## 6. IMPIANTI TRIFASI

Negli impianti trifasi (per i quali non è prevista una limitazione della potenza contrattuale da parte del Distributore) non sarà possibile applicare il dimensionamento dell'impianto di cui agli artt. precedenti;

tale dimensionamento dell'impianto sarà determinato di volta in volta secondo i criteri della buona tecnica, tenendo conto delle Norme CEI. In particolare, le condutture dovranno essere calcolate in funzione della potenza impegnata che si potrà ricavare nel seguente modo:

- a) Potenza assorbita da ogni singolo utilizzatore (P1-P2-P3-ecc.) intesa come la potenza di ogni singolo utilizzatore ( $P_u$ ) moltiplicata per un coefficiente di utilizzazione ( $C_u$ );  $P_1 = P_u \times C_u$
- b) Potenza totale per la quale dovranno essere proporzionati gli impianti ( $P_t$ ) intesa come la somma delle potenze assorbite da ogni singolo utilizzatore (P1-P2-P3-ecc.) moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità ( $C_c$ );  $P_t = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_n) \times C_c$ . La sezione dei conduttori sarà quindi scelta in relazione alla potenza da trasportare, tenuto conto del fattore di potenza, ed alla distanza da coprire. Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione (con un minimo di 4500 A). Gli interruttori automatici dovranno essere tripolari o quadripolari con 4 poli protetti.

## 7. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Il presente articolo è stato redatto secondo quanto previsto dalla Norma UNI 12464: «Illuminazione dei luoghi di lavoro»; tale Norma fornisce le prescrizioni relative all'esecuzione, l'esercizio e la verifica degli impianti di illuminazione artificiale negli ambienti esterni e interni civili ed industriali.

L'impianto di illuminazione artificiale influisce sulla capacità visiva, sulla attività, sulla sicurezza e sul benessere delle persone; è indispensabile, pertanto, che soddisfi le specifiche esigenze degli utenti, tenendo in particolare considerazione la resa cromatica ed il controllo degli effetti negativi indotti dalle radiazioni per la conservazione degli oggetti ed il benessere delle persone.

Gli ambienti dovranno quindi essere dotati di illuminazione artificiale generale allo scopo di creare nelle varie zone del locale condizioni visive equivalenti ed omogenee.

L'impianto di illuminazione artificiale dovrà pertanto considerare, nel rispetto delle esigenze di risparmio energetico, i seguenti parametri:

- livello ed uniformità di illuminamento;
- ripartizione della luminanza;
- limitazione dell'abbagliamento;
- direzione della luce;
- colore della luce e resa del colore.

Allo scopo di garantire che le condizioni di illuminamento indicate precedentemente siano assicurate in qualsiasi condizione di cielo ed in ogni punto dei piani di utilizzazione considerati, dovrà essere realizzato uno stretto rapporto mediante integrazione dell'illuminazione naturale con quella artificiale. All'aperto, il coefficiente di disuniformità potrà raggiungere elevati valori, fino ad un massimo di 5 salvo particolari prescrizioni al riguardo, da parte dell'Amministrazione Appaltante. Il tipo di illuminazione sarà prescritto dall'Amministrazione Appaltante, scegliendo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- a LED;
- ad incandescenza;
- a fluorescenza dei vari tipi;
- a vapori di mercurio, ioduri metallici;
- a vapori di sodio.

La Ditta Appaltatrice potrà, in variante, proporre qualche altro tipo che ritenesse più adatto.

In ogni caso, i circuiti relativi ad ogni accensione o gruppo di accensioni simultanee, non dovranno avere un fattore di potenza a regime inferiore a 0,9 ottenibile mediante rifasamento. Dovranno essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

Particolare cura si dovrà porre all'altezza e alla posizione di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto ed indiretto. In mancanza di indicazione, gli apparecchi di illuminazione si intenderanno ubicati a soffitto con disposizione simmetrica e distanziati in modo da soddisfare il coefficiente di disuniformità.

Con tutte le condizioni imposte, sarà calcolato, per ogni zona il flusso totale emesso in lumen delle sorgenti luminose, necessario per ottenere i valori di illuminazione in lx prescritti; per ottenere ciò si utilizzeranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto. Dal flusso totale emesso si ricaverà il numero ed il tipo delle sorgenti luminose; quindi il numero degli apparecchi di illuminazione in modo da soddisfare le prescrizioni richieste.

## 8. CAVI E CONDUTTORI

I cavi utilizzati nei sistemi a tensione nominale non superiore a 230/400 V dovranno essere adatti per tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiore a 450/750 V, se posati entro tubi o canali oppure dovranno avere guaina protettiva. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno 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 dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore.

I cavi dovranno essere installati secondo i criteri esecutivi previsti nella Norma CEI 64-8. Inoltre se si utilizzeranno i sistemi realizzativi previsti ai punti i2 ed i3 i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, oppure in tubi o canalette con grado di protezione IP4X dovranno rispondere alla prova di non propagazione della fiamma della Norma CEI 20-35 od a quella di non propagazione dell'incendio in conformità alla Norma CEI 20-22; peraltro, qualora essi saranno installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI 20-22, per le prove, dovranno essere adottati provvedimenti integrativi, tipo sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato in 3.7.03 della Norma CEI 11-17. Qualora i cavi saranno installati in quantità rilevanti in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, oppure si troveranno a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, dovrà essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino fumo, gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorrerà fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di bassa emissione di fumo e/o di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le Norme CEI 20-37 e 20-38. I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti

dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00712 e 00722. In particolare, i conduttori di neutro e protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, dovranno essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

La sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, la sezione dei conduttori neutri potrà essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm<sup>2</sup> (per conduttori in rame) purché siano soddisfatte le condizioni della Norma CEI 64-8.

## **9. SEZIONE DI 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 dovrà essere inferiore a quella indicata nelle tabelle della Norma CEI 64-8. Inoltre, se il conduttore di protezione non farà parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, la sua sezione non dovrà essere minore di:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se sarà prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non sarà prevista una protezione meccanica.

## **10. SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI**

I conduttori equipotenziali principali dovranno avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>.

Non sarà richiesto comunque che la sezione superi 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore equipotenziale sarà in rame, o una sezione di conduttanza equivalente se il conduttore sarà in materiale diverso.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette due masse dovrà avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore. Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a masse estranee dovrà avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione. Un conduttore equipotenziale che connette fra di loro due masse estranee, o che connette una massa estranea all'impianto di terra, dovrà avere sezione non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup> se sarà prevista una protezione meccanica, 4 mm<sup>2</sup> se non sarà prevista una protezione meccanica. I conduttori equipotenziali dovranno soddisfare, se necessario, le condizioni della Norma CEI 64-8. Il collegamento equipotenziale supplementare potrà essere assicurato da masse estranee, purché soddisfino alle condizioni specificate dalla Norma CEI 64-8.

Dovranno inoltre essere previsti collegamenti equipotenziali con la rete elettrosaldata della struttura mediante saldatura a legatura.

## **11. RESISTENZA DI ISOLAMENTO**

Per tutte le parti di impianto comprese fra due fusibili od interruttori automatici successivi o poste a valle dell'ultimo fusibile od interruttore automatico, la resistenza di isolamento verso terra o fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non dovrà essere inferiore a:

- 500 000  $\Omega$  (ohm) per i sistemi a tensione nominale verso terra superiore a 50 V e fino a 500 V compresi;
- 250 000  $\Omega$  (ohm) per i sistemi con tensione nominale verso terra inferiore o uguale a 50 V.

## 12. CADUTE DI TENSIONE MASSIME

In mancanza di specifiche indicazioni, la caduta di tensione, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e con il relativo carico di progetto, non dovrà superare il 4% rispetto alla tensione nominale di consegna.

## 13. TUBI, CONDOTTI E CANALI

I tubi di protezione dei cavi dovranno essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica ed alle sollecitazioni che si potrebbero verificare sia durante la posa o l'esercizio.

I tubi da posare in vista in ambienti speciali dovranno essere in PVC rigido pesante oppure in acciaio smaltato (Norma CEI 23-7) oppure, ancora, in acciaio zincato (UNI 3 824-74). I tubi da annegare direttamente nel calcestruzzo o equivalente dovranno essere del tipo pieghevole, autorinveniente, in materiale plastico colore arancione. I tubi per posa interrata dovranno essere in p.v.c. pesante o equivalente (750 Nw). Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi dovrà essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm. Negli ambienti speciali tale diametro interno dovrà essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm. I raggi di curvatura non dovranno essere minori di sei volte il diametro esterno del tubo.

Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri. Il canale da posare in vista negli ambienti ordinari dovrà essere in materiale isolante od in metallo. Il diametro interno dei condotti, se circolari, dovrà essere calcolato almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti, con un minimo di 15 mm. Nei condotti, canali e simili a sezione diversa dalla circolare, il rapporto tra la sezione stessa e l'area della sezione retta occupata dai cavi non dovrà essere inferiore a 2. Si dovrà prevedere una scorta di tubi, condotti e canali vuoti. Negli impianti incassati entro pareti o nel pavimento si dovranno osservare le seguenti indicazioni:

- sulle pareti le tubazioni dovranno avere percorso orizzontale o verticale (sono vietati cioè i percorsi obliqui);
- in deroga a quanto sopra saranno ammessi unicamente percorsi obliqui solo in quei casi dove sia intuitivo il percorso dei tubi (esempio scatole o cassette molto vicine fra loro);
- sulle pareti le scanalature orizzontali dovranno essere possibilmente previste solo su una faccia;
- non si dovranno effettuare scanalature orizzontali superiori al 60% della lunghezza della parete. La distanza fra due scanalature non dovrà essere inferiore a 1,50 m.
- i tubi posati a pavimento dovranno essere disposti il più possibile paralleli alle eventuali altre tubazioni (esempio idriche). Gli eventuali incroci fra tubi dell'impianto elettrico con altre tubazioni dovranno essere realizzati con la massima cura e per evitare lo schiacciamento dei tubi dell'impianto elettrico, dovranno essere immediatamente protetti;

- fra due cassette successive non dovranno esserci più di due curve da 90° ed in ogni caso l'angolo non dovrà essere maggiore di 270°.

#### **14. MENSOLE E GANCI**

Nella posa in opera delle mensole, dei ganci e simili, bisognerà assicurarsi che la muratura interessata abbia sufficiente spessore ed offra la necessaria garanzia di stabilità in relazione al carico cui verrà gravata; dovranno avere una leggera inclinazione verso l'esterno onde evitare lo sgocciolamento dell'acqua piovana contro il muro e dovranno essere fissati alla muratura solo con malta di cemento e sabbia.

Effettuata la posa delle mensole, dei ganci e simili, la muratura dovrà essere ripristinata, così pure l'eventuale tinteggiatura dell'intonaco, dove richiesto.

#### **15. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE**

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro le sovracorrenti dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della Norma CEI 64-8 cap. 53. In particolare, i conduttori dovranno 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). I dispositivi di protezione dovranno 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 dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle 2 disuguaglianze sopraindicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle Norme del Comitato 23.

Inoltre, i dispositivi di protezione dovranno interrompere le correnti di corto circuito che potranno verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose, secondo la relazione  $I^2 t \leq K^2 S^2$  (Norma CEI 64-8).

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. Sarà 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 (Norma CEI 64-8). In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia passante  $I^2 t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che potrebbe essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

#### **16. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

La protezione potrà essere totale o parziale tenendo conto del fatto che quest'ultima protegge solo contro il rischio di contatto accidentale. Per alcuni circuiti o parti di impianto si applicheranno prescrizioni particolari, ad esempio per gli impianti di saldatura (Norme del CT 26).

**a) PROTEZIONE TOTALE MEDIANTE ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE**

Le parti attive dovranno essere completamente ricoperte con isolamento che ne impedisca il contatto e possa essere rimosso solo mediante distruzione ed in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici cui potrà essere soggetto nell'esercizio. Vernici, lacche, smalti e simili da soli non saranno in genere considerati idonei.

**b) PROTEZIONE TOTALE MEDIANTE INVOLUCRI O BARRIERE**

Le parti attive dovranno essere racchiuse entro involucri o dietro barriere che assicurino almeno il grado di protezione IP2X o IP4X nel caso di superfici superiori di involucri o barriere orizzontali se a portata di mano. Sono fatte salve prescrizioni diverse che figurano nelle Norme di componenti e di apparecchi utilizzatori, come ad esempio nelle Norme di certi tipi di portalampada, di fusibili o di binari elettrificati. Gli involucri e le barriere dovranno essere saldamente fissati, avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali. Quando sia necessario, per ragioni di esercizio, aprire gli involucri si dovrà seguire una delle seguenti disposizioni:

- uso di un attrezzo o una chiave se in esemplare unico ed affidata a personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive mediante apertura con interblocco;
- interposizione di barriera intermedia o saracinesca che garantisca un grado di protezione IP2X e sia rimovibile solo con l'uso di una chiave od attrezzo.

**c) PROTEZIONE PARZIALE MEDIANTE OSTACOLI**

Gli ostacoli dovranno impedire l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive ed il contatto non intenzionale con parti attive, durante i lavori, sotto tensione. Gli ostacoli potranno essere rimossi senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, ma dovranno essere fissati in modo tale da impedirne la rimozione accidentale.

**d) PROTEZIONE PARZIALE MEDIANTE DISTANZIAMENTO**

**e)** Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non dovranno essere a portata di mano.

**f) PROTEZIONE ADDIZIONALE MEDIANTE INTERRUITORI DIFFERENZIALI**

L'impiego di interruttori differenziali con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 0,03 A sarà riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti.

**17. IMPIANTI DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Per ogni edificio contenente impianti elettrici dovrà essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale che dovrà essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza) e comprendente:

- a) Il dispersore (od i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizzerà il collegamento elettrico con la terra;
- b) Il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro ed al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, dovranno essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- c) Il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di

equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN-C, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);

- d) Il conduttore di protezione che dal collettore di terra, arriva in ogni locale e dovrà essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali sarà 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. Sarà vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè quando le masse dell'installazione sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non potrà essere utilizzato come conduttore di protezione;
- e) 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). Saranno previsti collegamenti equipotenziali con la rete elettrosaldata della struttura mediante saldatura a legatura, in particolare nelle cabine elettriche di ricevimento e trasformazione. A lavoro ultimato, sarà verificato l'impianto di terra. I conduttori ed i dispersori di terra saranno posti nei terreni adatti, lontano dai corsi d'acqua od altra conduttività metallica in modo da ridurre al minimo le occasioni di pericolo in conseguenza al funzionamento degli impianti.

## **18. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Dovranno 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 contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili) dovrà avere un proprio impianto di terra, comunque interconnesso con quello generale. A tale impianto di terra dovranno essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque ed altri fluidi (es. gas) nonché tutte le masse metalliche accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso (masse estranee che sono suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

## **19. PRESE A SPINA**

Le prese a spina dovranno essere installate in modo da rispettare le condizioni di impiego per le quali sono costruite. La corrente nominale delle prese se superiore a 10 A non dovrà essere inferiore a quella del circuito nel quale esse saranno inserite. Le operazioni di posa e le manovre ripetute alle quali le prese a spina potranno essere sottoposte durante l'esercizio, non dovranno alterarne il fissaggio né sollecitare i cavi ed i morsetti di collegamento. Negli edifici pubblici nei luoghi ai quali può accedere il pubblico le prese a spina fisse a portata di mano dovranno essere del tipo con coperchio o dotate di schermi di protezione degli alveoli attivi e avere protezione singola contro le sovracorrenti.

Negli altri luoghi più prese, ma comunque in numero non superiore a 5, potranno essere raggruppate sotto la stessa protezione. Negli edifici pubblici ed in quelli residenziali sarà vietato installare sulle pareti prese ad altezza (misurata a partire dalla mezzaria della presa) inferiore a 175 mm dal piano del pavimento. Negli edifici, o parti di edifici, a destinazione specializzata, l'installazione di scatole per le prese di utilizzazione o per le analoghe custodie per derivazione a presa (placche, torrette, calotte, ecc.), dovrà essere effettuata in modo che l'asse della presa risulti distanziata dal pavimento finito di 75 mm, nel caso di applicazione a parete (zoccolo attrezzato), e di 40 mm nel caso di applicazione a pavimento (torretta attrezzata o simili). Nel caso di torrette o calotte (sporgenti dal pavimento) e di cassette (affioranti sul pavimento) le loro parti, ad esclusione delle singole prese incorporate, dovranno assicurare almeno il grado di protezione IP52 per l'accoppiamento meccanico sul piano del pavimento. Nel caso di realizzazioni che comportino l'innesto delle spine in verticale, dovrà inoltre essere assicurata la tenuta stagna alla polvere ed agli spruzzi d'acqua, degli organi di presa quando la connessione è inattiva, e dell'accoppiamento completo (prese e spina) quando la connessione è attivata. Nelle autorimesse la prese non dovranno essere installate ad un'altezza inferiore a 1,5 m dal pavimento. Le prese a spina destinate all'alimentazione di apparecchi che per potenza o particolari caratteristiche potranno dare luogo a pericoli durante l'inserimento ed il disinserimento della spina e comunque le prese a spina di corrente nominale superiore a 16 A, dovranno essere provviste, a monte della presa, di organi di interruzione atti a consentire le suddette operazioni a circuito aperto. In particolare si dovrà installare un organo di interruzione immediatamente a monte delle prese a spina destinate ad alimentare apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (quali scaldacqua, lavatrici, cucine elettriche, condizionatori, duplicatori, ecc.) di potenza nominale superiore a 2,2 kW. Al contatto di protezione delle prese a spina dovrà essere sempre collegato il conduttore di protezione. Per quanto riguarda altre prescrizioni si rimanda a quelle riportate nelle Norme CEI 64-8. Le prese a spina che alimenteranno elettrodomestici con forte assorbimento (lavatrici, lavastoviglie, cucine, ecc.) dovranno avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente. Detto dispositivo potrà essere installato nel contenitore centrale d'appartamento od in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell'apparecchio utilizzatore. Le prese a spina alimentanti gli utilizzatori con corrente nominale superiore a 16 A dovranno essere del tipo con interblocco. Le prese a spina che alimenteranno apparecchi TV, elettrodomestici con componenti elettronici, Hi-Fi, centralini d'allarme ecc., dovranno essere alimentate previo collegamento di un dispositivo limitatore di sovratensione. Detto dispositivo dovrà essere componibile con le prese ed essere montato a scatto sulle normali scatole. Per la protezione delle apparecchiature di radiotrasmissione, radiricezione e dispositivi elettronici a memoria programmabile dai disturbi generati dall'interno degli impianti e da quelli capitati via etere, sarà necessario installare un filtro di opportune caratteristiche il più vicino possibile alla presa a spina da cui sono alimentati. Questi filtri dovranno essere componibili con le prese a spina ed essere montabili a scatto sulla stessa armatura e poter essere installati nelle normali scatole da incasso. Le caratteristiche di attenuazione dovranno essere almeno comprese fra 35 dB a 100 kHz e 40 dB a 30 Mhz.

## **20. IMPIANTO TELEFONIA/TRASMISSIONE DATI**

L'impianto cablaggio strutturato sarà costituito da prese telefonia/dati RJ45 standard con la soluzione in categoria 6a.

Le derivazioni di linea avranno origine dal rack dati esistente posto al piano interrato.

Il cavo di distribuzione orizzontale sarà costituito da conduttori AWG 24 isolati (PE con diametro di 1,05mm) e intrecciati a coppie. La cordatura è guidata da una crociera centrale. Un foglio di schermatura deve avvolgere le coppie del cavo. Un cavetto di drain in rame stagnato assicurerà continuità allo schermo. La guaina esterna LSZH sarà di colore bianco e stampigliatura con indicazione caratteristica del cavo e numerazione metrica progressiva. Il materiale impiegato per l'isolamento dei conduttori rende il cavo compatibile con i connettori 110 AMPTWIST. Le prestazioni del cavo dovranno essere superiori a quelle indicate in ISO/IEC 11801 2nd ed. Am.2 per cavi in categoria 6A ed è caratterizzato fino a 550MHz; sarà fornito in bobine da 500m o 1000m per garantire una migliore costanza ed uniformità di prestazioni. Il diametro del cavo è di 6,8mm. La struttura del cavo ne consente l'impiego con carichi di trazione fino a 100N e raggi minimi di curvatura di 50mm in fase di posa e 25mm senza carichi di trazione. Su link schermati realizzati con il cavo Categoria 6A AMP Netconnect F/UTP e i prodotti AMP NETCONNECT XGA è possibile verificare il supporto delle specifiche fino a 500 MHz per IEEE 802.3an 10GBaseT.

La velocità di propagazione nominale del cavo (NVP) è di 78%*c*.

## **21. QUADRI DI COMANDO**

Negli ambienti in cui il Committente lo ritiene opportuno si dovranno installare quadri in materiale isolante. Detti quadri dovranno avere una resistenza alla prova del filo incandescente di 960 °C. I quadri in cui sarà previsto il montaggio di interruttori automatici e differenziali fino a 125 A, dovranno essere composti da una cassetta completa di profilati normalizzati EN 50022 e da un coperchio con portello. Dovranno altresì essere disponibili con grado di protezione IP40 e IP55. I quadri in cui sarà previsto il montaggio di interruttori da 125 a 800 A od apparecchi tipo relè contattori montati e cablati all'interno del quadro stesso, dovranno essere composti da cassette con piastra portapparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina.

Dovranno essere disponibili con grado di protezione IP40 e IP55, in questo caso il portello dovrà avere apertura a 180 gradi. I quadri dovranno consentire una installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alla cassetta. Le apparecchiature dovranno essere poste in luoghi e posizioni decisi di comune accordo con la Direzione dei lavori e l'Ente fornitore di energia ed attenersi a tutte le disposizioni che verranno impartite.

## **22. QUADRI PER APPARECCHIATURA DI BASSA TENSIONE**

I quadri elettrici dovranno essere del tipo autoportante ad elementi prefabbricati, adatti al fissaggio a pavimento, oppure al montaggio a parete sporgente, con grado di protezione adeguato al tipo di installazione. La struttura dei quadri dovrà essere realizzata con montanti in profilato di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 15/10, o 10/10, per quadri di piccole dimensioni o per montaggio a parete.

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti.

Il pannello posteriore dovrà essere incernierato con cerniere a scomparsa.

I quadri o elementi di quadro che possono costituire unità a sè stanti, dovranno essere completi di golfari di sollevamento a scomparsa. Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutte le apparecchiature dovranno essere facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati. Sul pannello anteriore dovranno essere previste feritoie per consentire il passaggio delle manovre degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature dovranno essere fissate su guide o su pannelli fissati su apposite traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione dovranno essere montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura dovrà essere contrassegnata da targhette indicatrici che ne indicano il servizio.

Per garantire una efficace resistenza alla corrosione, la struttura ed i pannelli dovranno essere accuratamente trattati e verniciati.

Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, decapaggio, fosfatazione ed elettrozincatura delle lamiere.

Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri colore a finire RAL liscio e semi lucido spessore minimo 70 µm.

Ogni sezione del quadro, sia essa verticale od orizzontale, con alimentazione propria ed indipendente dovrà essere completamente separata dalle altre mediante separatori interni in lamiera e munita di portella e pannello frontale di accessori; per impedire che persone vengano accidentalmente in contatto con parti in tensione saranno usati apparecchi generali completi di dispositivo di blocco meccanico che impedisca l'apertura della portella con apparecchio in posizione "chiuso" e calotte coprimorsetti per i terminali in tensione.

Per armadi e cassette di piccole dimensioni potranno essere altresì impiegati interruttori con bobine di sgancio azionate da microswitch sulle portelle.

Tutte le parti metalliche dovranno essere collegate a terra; le portelle o pannelli asportabili, anche se non montano componenti elettrici, saranno collegati a terra con corda di opportuna sezione o con dadi a gabbia autograffianti.

Le caratteristiche fondamentali dei vari scomparti o cassette dovranno essere identiche.

Sarà oggetto di preferenza da parte del committente comparti che incorporino apparecchiature principali del medesimo costruttore.

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

Le distanze tra le apparecchiature e le eventuali diaframature metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito od avarie notevoli possano interessare le apparecchiature montate in vani adiacenti.

Dovranno essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature principali. Tutte le apparecchiature interne dovranno essere contraddistinte con targhette di identificazione.

I quadri dovranno essere equipaggiati con maniglie di estrazione dei fusibili, se richiesti.

Dovrà essere lasciato libero lo spazio per un'aggiunta di apparecchiature pari al 20% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

Le sbarre conduttori dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre dovranno essere completamente preforate e saranno fissate a mezzo supporti isolanti a pettine, atti a sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito.

I supporti inoltre dovranno essere adatti a ricevere fino a 4 sbarre per fase e dovranno essere fissati alla struttura del quadro già predisposta anche nella ipotesi di modifiche future.

Le sbarre dovranno essere in rame elettrolitico con punti di giunzione bullonati e predisposti contro l'allentamento. Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Le derivazioni dovranno essere realizzate in corda o bandelle inguainate di rame flessibile con isolamento non inferiore a 3 kV.

I conduttori dovranno essere dimensionati per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato od in caso di piccoli quadri, da un piccolo sistema di sbarre prefabbricato ubicato a valle dell'interruttore generale.

Per correnti superiori a 16 A tali collegamenti dovranno essere in ogni caso realizzati con bandelle inguainate.

Gli interruttori dovranno essere normalmente alimentati dalla parte superiore, salvo diversa necessità, preventivamente garantita dal costruttore.

Dovrà essere studiato altresì lo spazio, la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti od uscenti dal quadro senza interposizioni di morsettiere. A tale riguardo i cavi di alimentazione dovranno di norma attestarsi direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di coprimorsetti, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mm<sup>2</sup>.

Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde dovranno essere equipaggiate con anellini terminali colorati.

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

I collegamenti ausiliari dovranno essere in conduttore flessibile con isolamento per 3 kV con le seguenti sezioni minime:

- 4 mm<sup>2</sup> per i T.A.;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per circuiti comandi;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per diversi servizi (ausiliari in alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti di comando, circuiti di segnalazione, ecc.)

impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro. I morsetti dovranno essere del tipo in cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite. I morsetti dovranno essere in numero da garantire una scorta del 20% suddivisi per tipologia impiegata.

I conduttori dovranno essere riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non sarà ammesso il fissaggio con adesivo, ma questi sistemi dovranno essere fissati meccanicamente. Se la linea è in blindocondutture o contenuta in canalina o cunicoli dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi, asportabili per evitare l'ingresso di polvere o di corpi estranei.

In caso di cassette da parete se le linee fuoriescono dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste opportune piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera con una buona ricchezza di conduttori ed ordinatamente. Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei conduttori ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei profilati di fissaggio.

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

I quadri dovranno essere sottoposti alle prove di accettazione stabilite dalle norme CEI EN 60439-1 da effettuarsi presso l'officina a carico del fornitore.

Il fornitore inoltre dovrà, se richiesto, fornire i certificati relativi alle prove di tipo, previste dalle norme CEI EN 60439-1, effettuati dal costruttore sui prototipi del quadro.

Gli strumenti dovranno avere dimensione 72x72 mm, dovranno essere di tipo elettromagnetico per corrente alternata, a magnete permanente e bobina mobile per corrente continua, ferrodinamici per i registratori ed ad induzione per i contatori.

Gli amperometri di lettura degli assorbimenti dei motori dovranno avere il fondo scala ristretto, che eccederà la corrente nominale del relativo T.A.

Costituirà titolo di preferenza l'utilizzo di accessori per l'alimentazione di apparecchiature modulari previsti dal costruttore delle stesse.

I quadri elettrici dovranno rispondere alle Norme CEI EN 61439-1 e Norme CEI EN 61439-2.

## **23. VERIFICHE DI COLLAUDO**

La misura della caduta di tensione dovrà essere eseguita fra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriranno un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti dovranno avere la stessa classe di precisione). Dovranno 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 della sezione delle condutture. Le letture dei due voltmetri si dovranno eseguire contemporaneamente e si dovrà procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale che non dovrà essere superiore al 4%.

La verifica della sfilabilità dei cavi consisterà nell'estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o di condotto compreso tra due cassette o scatole successive, e nell'osservare che questa operazione non abbia danneggiato il cavo stesso.

Contemporaneamente a questa prova verrà fatta la verifica del rapporto tra il diametro interno del tubo o del condotto ed il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuto nel tubo o nel condotto: tale rapporto dovrà essere rispettivamente 1,3 volte (tubo) e 1,8 volte (condotto).

Per gli utilizzatori ad installazione fissa si verificherà il corretto allacciamento all'impianto e l'applicazione di un adeguato organo di manovra e protezione, quando prescritto.

La misura dei livelli di illuminamento artificiale sarà eseguita in totale assenza di luce naturale, pertanto porte a vetri, finestre ed altre eventuali aperture, che permetterebbero alla luce naturale di penetrare all'interno del locale oggetto di misura, saranno oscurate. Si dovranno disporre le cellule alle distanze come indicato nell'art. 16 e posizionarle, parallelamente al piano da illuminare, secondo una maglia di 1 m per 1 m. L'illuminamento medio sarà la media aritmetica dei valori misurati.

Si dovranno controllare la continuità del collegamento di protezione a terra (conduttori PE e relativi morsetti), ed il coordinamento tra resistenza dell'impianto e corrente di intervento dei dispositivi di protezione contro i contatti indiretti, secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8.

La resistenza di isolamento dovrà essere misurata tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra. In pratica queste misure potranno essere eseguite solamente prima del collegamento degli apparecchi utilizzatori.

Durante la misura dell'isolamento tra ogni conduttore attivo e la terra tutti i conduttori attivi dovranno essere connessi tra loro. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN sarà considerato come parte della terra. Le misure dovranno essere eseguite in corrente continua con gli apparecchi utilizzatori disinseriti. L'apparecchio di prova, con un carico di 0,001 A, dovrà essere in grado di fornire la tensione indicata nella tabella 61A della Norma CEI 64-8.

Le apparecchiature, i motori ed i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi dovranno essere sottoposti ad una prova di funzionamento per controllare che essi siano montati, regolati ed installati in conformità alla Norma.

## **24. ELABORATI TECNICI**

La Ditta Appaltatrice sarà tenuta a consegnare prima del collaudo al committente tutti gli elaborati tecnici esecutivi dati come eseguiti, in quadruplica copia, inerenti alle opere realizzate, completi della descrizione od indicazione dei materiali ed apparecchiature utilizzati nell'impianto e del collaudo tecnologico. In particolare, detti elaborati, dovranno essere consegnati alla direzione lavori entro 30 giorni dalla data di fine lavori e potranno essere considerati definitivi solo dopo approvazione. Inoltre gli elaborati dovranno essere coordinati con le progettazioni degli impianti meccanici e antincendio.

**25. GARANZIA DEGLI IMPIANTI**

Se non diversamente disposto, la garanzia sarà fissata entro 12 mesi dalla data di approvazione del certificato di collaudo.

Si intende per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incomberà alla Ditta Appaltatrice di riparare tempestivamente ed a sue spese, comprese le verifiche, tutti i guasti e le imperfezioni che si manifesteranno negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza del personale dell'amministrazione stessa che ne fa uso, o da normale usura.