

PNRR M4C1 - 1.1 Min. Istruzione - PIANO ASILI NIDO E INFANZIA  
C.U.P. F18H22001420006  
POTENZIAMENTO POLO INFANZIA - ASILO NIDO  
Progetto Esecutivo

## COMMITTENTE

Amministrazione Comunale di  
Fornovo San Giovanni

## TIPOLOGIA / TITOLO DELL'ELABORATO

Capitolato speciale d'appalto impianti elettrici  
24\_04\_BG\_DC\_EL\_02\_00

## UBICAZIONI OPERE

Via Caravaggio, Fornovo San Giovanni (BG)



**COMUNE DI FORNOVO  
SAN GIOVANNI (BG)**

DC

**EL\_02**

REV./DATA

00 /ottobre 2024

**R.U.P. Ing. Fabio Carminati - Assistente R.U.P Geom. Lidia Villa**

Sede Municipale: P.zza San. Giovanni, 1 - 24040 Fornovo San Giovanni - BG - P.IVA 00762050169 -  
C.F. 84002310161 Telefono 0363 57666 [www.comune.fornovosangiovanni.bg.it](http://www.comune.fornovosangiovanni.bg.it)

|  |                         |   |
|--|-------------------------|---|
| <b>Progettista architettonico</b>        | Arch. Letizia Vanelli   |  |
| <b>Progettista strutture e sicurezza</b> | Ing. Bruno Naldini      |  |
| <b>Progettista impianti meccanici</b>    | Ing. Ferruccio Galmozzi |  |
| <b>Progettista impianti elettrici</b>    | Ing. Fabio Corbani      |  |

COMMESSA N. 04/24

## SOMMARIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. CONDIZIONI SPECIALI DI APPALTO OPERE ELETTRICHE .....</b>                  | <b>3</b>  |
| <b>1.1 OGGETTO DEL DOCUMENTO .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1.2 VARIANTI .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1.3 DIREZIONE TECNICA DELLA DITTA ESECUTRICE DELLE OPERE ELETTRICHE .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>1.4 ONERI PARTICOLARI A CARICO DELLA DITTA APPALTATRICE.....</b>              | <b>5</b>  |
| <b>1.5 COLLAUDO .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1.6 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI .....</b>                                  | <b>7</b>  |
| <b>1.7 ELENCO ALLEGATI.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2. PRESCRIZIONI TECNICHE.....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>2.1 GENERALITA' .....</b>   | <b>9</b>  |
| 2.1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....   | 9         |
| 2.1.2 VERIFICHE PRELIMINARI .....  | 13        |
| 2.1.3 LIVELLO DI QUALITÀ DEI MATERIALI - MARCHE DI RIFERIMENTO .....             | 14        |
| 2.1.4 CAMPIONATURE APPARECCHIATURE .....   | 14        |
| 2.1.5 DISEGNI DI CANTIERE E DI MONTAGGIO .....                                   | 14        |
| <b>2.2 QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE .....</b>                              | <b>15</b> |
| 2.2.1 NORME DI RIFERIMENTO.....  | 15        |
| 2.2.2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE QUADRI METALLICI.....                          | 15        |
| 2.2.3 SBARRE E CONNESSIONI DI POTENZA .....                                      | 16        |
| 2.2.4 COLLEGAMENTI E CIRCUITI AUSILIARI .....                                    | 17        |
| 2.2.5 RELÈ DI PROTEZIONE E STRUMENTI DI MISURA .....                             | 17        |
| 2.2.6 APPARECCHIATURE AUSILIARIE .....   | 18        |
| 2.2.7 MESSA A TERRA.....   | 18        |
| 2.2.8 MORSETTIERE .....  | 18        |
| 2.2.9 TARGHE .....   | 19        |
| 2.2.10 PRESCRIZIONI VARIE.....   | 19        |
| 2.2.11 DOCUMENTAZIONE .....  | 19        |
| <b>2.3 APPARECCHIATURE PER QUADRI DI BASSA TENSIONE .....</b>                    | <b>20</b> |
| 2.3.1 CARATTERISTICHE GENERALI INTERRUITORI AUTOMATICI .....                     | 20        |
| 2.3.2 CONTATTORI .....   | 21        |
| 2.3.3 RELÈ TERMICI .....   | 21        |
| 2.3.4 FUSIBILI .....   | 21        |
| 2.3.5 INTERRUTTORE DI MANOVRA- SEZIONATORE .....                                 | 21        |
| 2.3.6 DISPOSITIVI DI SEZIONAMENTO E DI COMANDO .....                             | 22        |
| 2.3.7 RELÈ DI PROTEZIONE E STRUMENTI DI MISURA .....                             | 22        |
| 2.3.8 LIMITATORI DI SOVRATENSIONE .....  | 22        |
| <b>2.4 CAVI E CONDUTTORI.....</b>  | <b>22</b> |
| 2.4.1 CARATTERISTICHE GENERALI .....   | 22        |
| 2.4.2 CARATTERISTICHE TECNICHE .....   | 24        |
| 2.4.3 MODALITA' DI POSA.....   | 25        |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 2.4.4       | CONNESSIONI TERMINALI .....                                     | 26        |
| <b>2.5</b>  | <b>CANALIZZAZIONI .....</b>                                     | <b>26</b> |
| 2.5.1       | CANALINE E PASSERELLE PORTACAVI METALLICHE .....                | 26        |
| 2.5.2       | MODALITA' DI POSA .....   | 27        |
| <b>2.6</b>  | <b>TUBAZIONI .....</b>  | <b>28</b> |
| 2.6.1       | CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI TUBI IN PVC .....               | 28        |
| 2.6.2       | CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI TUBI METALLICI LEGGERI .....    | 29        |
| 2.6.3       | MODALITA' DI POSA IN OPERA .....                                | 30        |
| <b>2.7</b>  | <b>CASSETTE DI DERIVAZIONE.....</b>                             | <b>32</b> |
| <b>2.8</b>  | <b>CONNESSIONI .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>2.9</b>  | <b>CIRCUITI AUSILIARI DI COMANDO E DI SEGNALAZIONE.....</b>     | <b>34</b> |
| <b>2.10</b> | <b>MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI LUCE E FM .....</b> | <b>35</b> |
| 2.10.1      | INDICAZIONI GENERALI .....                                      | 35        |
| <b>2.11</b> | <b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....</b>                              | <b>36</b> |
| 2.11.1      | GENERALITÀ .....  | 36        |
| 2.11.2      | LEGGI E DECRETI .....   | 36        |
| 2.11.3      | CAVI SOLARI .....   | 38        |
| 2.11.4      | INVERTER .....  | 38        |
| 2.11.5      | IMPIANTO DI SUPERVISIONE E MONITORAGGIO DELL'ENERGIA .....      | 40        |
| 2.11.6      | DISPOSITIVO D'INTERFACCIA UTENTE .....                          | 40        |
| 2.11.7      | MODULI FOTOVOLTAICI .....                                       | 41        |
| 2.11.8      | DISPOSITIVO DI COMANDO DI EMERGENZA .....                       | 43        |
| 2.11.9      | CARTELLONISTICA .....   | 44        |
| 2.11.10     | VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....         | 44        |
| <b>2.12</b> | <b>IMPIANTO DI TERRA E DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI.....</b>  | <b>46</b> |
| 2.12.1      | IMPIANTO DI TERRA .....   | 46        |
| <b>2.13</b> | <b>VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI E FINALI.....</b>              | <b>47</b> |

## **1. CONDIZIONI SPECIALI DI APPALTO OPERE ELETTRICHE**

### **1.1 OGGETTO DEL DOCUMENTO**

Il presente documento riporta le prescrizioni tecniche che devono essere rispettate nell'esecuzione degli impianti elettrici e speciali associati all'appalto dei lavori di edificazione dell' asilo nido in oggetto.

In generale gli impianti previsti possono così succintamente essere descritti:

- di terra e di protezione contro le sovratensioni;
- alimentazione generale in bassa tensione;
- quadri elettrici;
- distribuzione luce e f.m;
- fotovoltaico asilo nido di potenza 12,60 kWp;
- fotovoltaico scuola dell'infanzia di potenza 12,60 kWp;
- illuminazione ordinaria e di sicurezza;
- cablaggio strutturato dati/telefono;
- videocitofonico;
- rivelamento fumo;
- TV cc ed antintrusione;
- illuminazione esterna.

I lavori inoltre comprenderanno:

- esecuzione di tutti gli allacciamenti provvisori degli impianti elettrici e speciali necessari alla funzionalità del cantiere;
- prove di funzionamento;
- rilevamento e misurazione di tutte le caratteristiche tecnico-prestazionali degli impianti;
- taratura, programmazione secondo le indicazioni della DL o della Committenza, messa in funzione e collaudo di tutte le apparecchiature/impianti;
- rilascio delle dichiarazioni di conformità secondo quanto previsto dalla legge 37/08 e s.m.i;
- fornitura di certificazione attestante la rispondenza delle apparecchiature installate alla normativa vigente;
- redazione serie completa disegni "as-built" ,
- redazione di relazione con misura resistenza impianto di terra e verifica del suo coordinamento con le protezioni automatiche;
- esecuzione e completamento pratiche GSE, Terna ed Enel per l'allacciamento dell'i impianto fotovoltaico;

- fornitura di manuali d'uso e manutenzione;
- istruzione e formazione del personale addetto alla gestione degli impianti;

L'esatta consistenza e tipologia delle opere sopra descritte è specificata oltre che nel presente documento anche negli elaborati di progetto allegati.

## **1.2 VARIANTI**

Nel corso dei lavori possono essere apportate, per esigenze del Committente, modifiche anche sostanziali sia agli impianti che alla programmazione dei lavori, senza che l'appaltatore possa pretendere risarcimenti.

Qualora, durante la progettazione di cantiere o di officina, o durante le fasi preliminari di predisposizione dei lavori, l'Appaltatore si rendesse conto della mancanza nel progetto di alcuni dettagli essenziali o si rendesse conto che alcuni dettami progettuali non sono compatibili con l'esecuzione a perfetta regola d'arte, egli dovrà tempestivamente informare la D.L. con la quale verranno concordate, se necessarie, le opportune varianti o messe a punto progettuali. Se ciò non avverrà prima della fine della progettazione di cantiere si intende che l'Appaltatore non ha obiezione alcuna.

In ogni caso l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun indennizzo per dette varianti o messe a punto progettuali, in quanto il medesimo si è impegnato a fornire l'opera commissionata, completa ed eseguita a regola d'arte.

L'Appaltatore non avrà diritto ad alcun indennizzo qualora il Committente, a suo insindacabile giudizio, decida di stralciare delle opere o parti di opera dal presente progetto.

Qualora tra i diversi documenti contrattuali fossero presenti incongruità o contrasti o orgessero divergenze di interpretazioni prevarranno le soluzioni più vantaggiose per la Committenza e/o per il miglior funzionamento, la gestione e la manutenzione degli impianti e l'Appaltatore non potrà quindi mai eccepire la mancata conoscenza di condizioni o la presenza di elementi non valutati e non considerati, a meno che tali elementi non appartengano alla categoria delle cause di forza maggiore contemplate dal Codice Civile, in quanto non espressamente escluse per patto contrattuale.

## **1.3 DIREZIONE TECNICA DELLA DITTA ESECUTRICE DELLE OPERE ELETTRICHE**

La ditta appaltatrice deve avere un proprio Direttore Tecnico referente per la parte d'impiantistica elettrica, professionalmente qualificato secondo le competenze di legge, del quale ha l'obbligo di comunicare il nominativo all'atto della consegna dei lavori.

Compito del Direttore Tecnico della ditta appaltatrice è genericamente quello di affiancare il Direttore dei Lavori, per tutta la durata delle opere, in maniera che gli ordini da questi impartiti trovino pronta e rispondente attuazione.

Oltre a ciò il Direttore Tecnico della ditta appaltatrice, rimane ad ogni effetto, l'unico responsabile per danni e sinistri di qualsiasi entità che avessero a verificarsi a persone o a cose in conseguenza di cattiva esecuzione delle opere o di mancanza di adeguate cautele nella loro esecuzione.

Al riguardo si precisa che la progettazione e l'esecuzione di tutte le opere di cantiere, provvisoriale o comunque necessarie per dare compiute tutte le opere appaltate, sono di esclusiva competenza del Direttore Tecnico della ditta; conseguentemente il Direttore dei Lavori e i suoi collaboratori non entrano in merito al riguardo, semprechè le decisioni del Direttore Tecnico della ditta appaltatrice non siano contrarie agli interessi del Committente. Inoltre, la ditta appaltatrice dovrà nominare all'atto della consegna dei lavori, un Tecnico professionalmente idoneo ai termini delle leggi vigenti in materia che può anche essere il medesimo Direttore Tecnico di cui sopra; mediante tale Tecnico la ditta appaltatrice si assumerà oltrechè l'onere, l'intera responsabilità dell'esecuzione a regola d'arte di tutti gli impianti appaltati.

#### **1.4 ONERI PARTICOLARI A CARICO DELLA DITTA APPALTATRICE**

Sono a carico della ditta appaltatrice, e quindi compresi nei prezzi d'offerta, oltre a quanto specificato nel Capitolato generale, anche gli oneri per:

- l'esecuzione e la fornitura, prima dell'inizio dei lavori e per le soluzioni impiantistiche che si discostano da quelle indicate nel progetto iniziale, di tutti gli elaborati necessari (calcoli di progetto, di verifica, disegni, schemi, ecc.) di cui il Direttore dei Lavori ritenga opportuno disporre;
- l'esecuzione, la conduzione e l'alimentazione dell'impianto di cantiere;
- l'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori;
- il trasporto dei materiali e delle apparecchiature da installare, compresi i necessari mezzi e manovalanze;
- l'interfacciamento continuo con tutte le altre imprese eventualmente presenti in cantiere al fine di garantire la sicurezza in cantiere, il rispetto del cronoprogramma dei lavori, la programmazione e la piena compatibilità delle lavorazioni in corso e future;
- modifiche o rifacimenti che, a causa di sua dimenticanza od errore, siano da apportare ad opere già eseguite;
- i ritocchi delle verniciature a montaggio effettuato;

- qualunque opera o spesa necessaria al fine di ottenere gli impianti completi sotto ogni aspetto indipendentemente da ogni omissione, imperfezione, ed imprecisione nei dati di progetto;
- la fornitura e l'installazione di mensole, staffe, incastellature, supporti, zoccoli, zanche, bulloni, morsetti e qualsiasi altro accessorio necessario alla corretta esecuzione degli impianti;
- la fornitura e l'installazione di targhe di avvertimento, d'istruzione e di identificazione, e di quanto necessario per un corretto uso e manutenzione degli impianti;
- la taratura di tutti i relè di protezione e la programmazione di tutte le apparecchiature fornite;
- l'assistenza durante i collaudi, effettuati da Tecnico incaricato dal Committente e da Enti preposti (A.T.S., VV.F., TIM, Ispettorato del Lavoro, ecc.) e la stesura di tutti i moduli di denuncia, le certificazioni e le documentazioni da loro richiesti;
- lo sgombero dei materiali rimasti, gli imballi, ecc.;
- la conduzione e la manutenzione degli impianti fino alla consegna (in particolare la riparazione e la sostituzione di apparecchiature o materiali danneggiati o difettosi, prima della consegna degli impianti);
- le eventuali prove su elementi dell'impianto, su richiesta del Direttore dei Lavori secondo le modalità concordate con lo stesso, in particolare qualora le insufficienti informazioni in possesso, su determinati apparecchi o soluzioni impiantistiche, rendano necessarie ulteriori verifiche;
- la fornitura su richiesta del Direttore dei Lavori di campionature di qualsiasi elemento costituente l'impianto per ottenere la necessaria approvazione;
- l'adozione, nella esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele atte a garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori e dei terzi e ad evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni più ampia responsabilità nel caso di inadempimento alle prescrizioni in materia di sicurezza e salute dei lavoratori previste dalle vigenti disposizioni di Legge ricadrà pertanto sull'impresa appaltatrice oltreché sul Direttore Tecnico dell'impresa stessa, restandone pienamente esentata e sollevata sia la Stazione appaltante che il Direttore dei lavori ed il personale, dagli stessi designato, alla assistenza e sorveglianza dei lavori;
- la misura della resistenza dell'impianto di terra, la redazione della relativa relazione tecnica da consegnare agli Enti preposti;
- lo sviluppo degli schemi elettrici ausiliari dei quadri compreso quelli di regolazione degli impianti meccanici e la numerazione finale della circuiteria.
- la redazione della serie definitiva degli elaborati (planimetrie, schemi, ecc.) per la identificazione degli impianti così come risultano all'atto della consegna e quindi con tutte le modifiche ed integrazioni apportate al progetto originario.

- la programmazione e la messa in funzione dei sistemi di Building Automation (ad es. regolazione del flusso luminoso emesso dagli apparecchi illuminanti in funzione di fasce orarie, livello d'illuminamento naturale, ecc. così come richiesto dalla DL/Committenza)
- l'assistenza alla regolazione e messa in funzione dei sistemi di riscaldamento/condizionamento da parte dei responsabili degli impianti meccanici;

## **1.5 COLLAUDO**

Il collaudo da parte del Tecnico incaricato dal Committente sarà eseguito a fine lavori o, qualora si rendesse necessario, durante il corso degli stessi e consisterà nella verifica di rispondenza alle prescrizioni di progetto e alle regole di buona tecnica con riferimento alla norma CEI e alle leggi vigenti in materia di sicurezza.

La ditta appaltatrice dovrà provvedere nei tempi concessi dalla Direzione Lavori agli eventuali interventi per rendere collaudabili gli impianti senza che ciò le dia diritto ad alcun compenso supplementare oltre a quello pattuito.

## **1.6 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI**

Gli impianti saranno eseguiti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali parimenti costruiti a regola d'arte come previsto dalla Legge 1 Marzo 1968 n° 186 (disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici) e dal D. Lgs. 37/08 (norme per la sicurezza degli impianti). A tale scopo dovranno essere rispettate le norme tecniche del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) e quant'altro prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia.

I materiali occorrenti per l'esecuzione degli impianti, salvo espressa indicazione riportata negli elaborati di progetto saranno scelti dalla ditta installatrice fra quelli che riterrà di sua convenienza, purchè:

- rispettino pienamente le caratteristiche normative, tecnico-funzionali, dimensionali ed estetiche riportate nei documenti di progetto;
- ad insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie, esenti da qualsiasi difetto e di tipo approvato dal Marchio Italiano di Qualità IMQ o altro marchio, o certificato di conformità o di autocertificazione del costruttore.

## **1.7 ELENCO ALLEGATI**

Fanno parte integrante del progetto degli impianti elettrici e speciali e quindi dell'appalto, parte elettrica, i seguenti documenti:

- 24-04-DC-ARCH-05 - Computo metrico estimativo (parte elettrica)
- 24-04-DC-ARCH-06 – Quadro incidenza manodopera (parte elettrica)
- 24-04-DC-ARCH-07 – Elenco prezzi unitari (parte elettrica)
- 24-04-DC-ARCH-08 – Analisi prezzi (parte elettrica)
  
- 24-04-DC-EL-01 - Relazione tecnica specialistica impianti elettrici
- 24-04-DC-EL-02 – Capitolato speciale d'appalto impianti elettrici
- 24-04-DC-EL-03 – Piano di manutenzione impianti elettrici
- 24-04-DC-EL-04 – Calcoli di dimensionamento impianti elettrici
- 24-04-DC-EL-05 – Relazione di calcolo sulla probabilità di fulminazione dell'edificio
  
- 24-04-EG-EL-01 - Planimetria con impianti forza motrice e speciali
- 24-04-EG-EL-02 - Planimetria con impianto d'illuminazione
- 24-04-EG-EL-03 - Planimetria con impianti esterni e fotovoltaico
- 24-04-EG-EL-04 -Schemi quadri elettrici (quadri: QEAN "Asilo Nido", QEMSI "Modifiche quadro sottocontatore scuola dell'infanzia")

## **2. PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **2.1 GENERALITA'**

#### **2.1.1 Normativa di riferimento**

Tutti gli impianti previsti nel presente intervento sono soggetti all'obbligo di progettazione ai sensi dell' art. 5 del D.M. 37/08.

Si riporta a titolo informativo e non esaustivo l'elenco delle principali leggi e norme tecniche d'impianto utilizzate nella progettazione delle opere e che dovranno essere rispettate nell'esecuzione dei lavori, al fine di garantire la perfetta realizzazione a regola d'arte degli stessi. Le opere oggetto del presente progetto riguardano solo gli impianti di utilizzazione, così come stabilito dall'art. 1 del D.P.R. n° 447/91 e, quindi, non riguardano gli equipaggiamenti elettrici delle macchine, degli utensili, degli apparecchi in genere.

Tali apparecchiature, non soggette al D.M. 37/08, dovranno essere in ogni caso rispondenti alle norme CEI relative, ma tale rispondenza dovrà essere assicurata dal costruttore.

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Legge n.186 del 01-03-1968:     | Disposizioni concernenti materiali ed impianti elettrici.   |
| D.M. n° 37 del 22-01-08e s.m.i: | Regolamento concernente il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all' interno degli edifici. |
| D.L. n.81 del 9-04-2008:        | Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.   |
| D.Lgs. 199/21                   | Promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.  |
| CEI 0-21:                       | Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica |
| CEI EN 50110:                   | Esercizio degli impianti elettrici  |
| CEI 11-17:                      | Lavori su impianti elettrici  |
| CEI 0-13 :                      | Protezione contro i contatti elettrici – Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature   |
| CEI 64-8                        | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.         |

|   |  |
|---|--|
| CEI EN 62305-1/2/3/4:<br><i>Cavi elettrici</i>          | Protezione contro i fulmini  |
| CEI- UNEL 35110-35324-35328-35716:<br>CEI-UNEL 35024/1: | Norme di prodotto cavi CPR<br>Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c., portate in regime permanente per posa in aria. |
| CEI-UNEL 35026:   | Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c., portate in regime permanente per posa in interrata.                          |
| CEI EN 50525-1:   | Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) - Parte 1: Prescrizioni generali   |
| CEI EN 50525-2-11:                                      | Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 2-11: Cavi per applicazioni generali - Cavi flessibili con isolamento termoplastico in PVC                                  |
| CEI 20-21:  | Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente  |
| CEI 20-22:  | Prove d'incendio su cavi elettrici   |
| CEI 20-38:  | Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV  |
| Norma CEI 11-17 e varianti:                             | Norme per gli impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica-Linee in cavo.  |
| <i>Tubazioni</i>  |  |
| CEI EN 61386:   | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali  |
| <i>Quadri elettrici</i>                                 |  |
| CEI EN 61439-1/2:                                       | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali; 2: Quadri di potenza   |
| Norma CEI 121-9:  | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).   |
| <i>Illuminazione</i>                                    |  |
| CEI EN 60598-1:   | Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove   |
| UNI EN 12464-1:   | Illuminazione dei luoghi di lavoro all'interno   |

|  |  |
|--|--|
| CEI EN 50172:                              | Sistemi di illuminazione di emergenza  |
| CEI UNI 11222:                             | Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza degli edifici - Procedure per la verifica e la manutenzione periodica  |
| UNI EN 1838:                               | Illuminazione di emergenza.  |
| UNI EN 10840:                              | Luce e illuminazione - Locali scolastici - Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale   |
| <i>Rivelazione e segnalazione incendio</i> |  |
| UNI 9795:                                  | Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio. Sistemi dotati di rivelatori puntiformi di fumo e calore, rivelatori ottici lineari di fumo e punti di segnalazione manuale. |
| UNI EN 54(1→12):                           | Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio  |
| UNI EN 54/14:                              | Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio – Linee guida per la pianificazione, la progettazione, l'installazione, la messa in servizio, l'esercizio e la manutenzione.                                     |
| EN 50849 (CEI 100-55) (2017):              | Sistemi elettroacustici applicati ai servizi d'emergenza   |
| UNI-ISO 7240-19 (2010):                    | Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione, ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza        |
| UNI CEN/TS 54-32                           | Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme incendio. Parte 32: Pianificazione, progettazione, installazione, messa in servizio, esercizio e manutenzione dei sistemi di allarme vocale.                  |
| CEI 20-105:                                | "Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti al fuoco, senza alogeni, con tensione nominale 100 V/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio".      |

*Impianto fotovoltaico*

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| CEI 82-25:                  | Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;  |
| CEI EN 61215 (CEI 82-8):    | Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;   |
| CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): | Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;   |
| CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): | Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;   |
| CEI EN 62093 (CEI 82-24):   | Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;   |
| CEI EN 50380 (CEI 82-22):   | Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;   |
| CEI EN 50521 (CEI 82-31):   | Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;   |
| CEI EN 50524 (CEI 82-34):   | Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;   |
| CEI EN 50530 (CEI 82-35):   | Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;   |
| EN 62446 (CEI 82-38):       | Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;   |
| CEI 20-91:                  | Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici; |
| CEI 11-20:                  | Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;   |
| CEI EN 50438 (CEI 311-1):   | Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;  |

Guida Tecnica Terna Allegato A.70

Circ.07/02/12 n°1324 Ministero degli Interni:  
Decreto legislativo 3 marzo 2011 n.28:

Guida per l'installazione dei pannelli fotovoltaici. Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003. Promozione dell'uso dell'energia rinnovabile.

DLgs 199/21 (G.U. n°285 del 30/11/21)

### Prevenzione Incendi

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| DM 20/12/2012:                     | Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi. |
| DM 03/08/15 e DM 24/11/21 e s.m.i. | Norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art.15 del D.Lds. del 08/03/2006   |
| DM 03/09/2021                      | Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro.   |
| D.M.26/08/92 :                     | Norme di prevenzione incendi sull'edilizia scolastica.  |
| D.M. 16/07/14                      | Regola tecnica di prevenzione incendi per gli asili nido.   |

### Impianti di segnale

|                   |   |
|-------------------|---|
| Guida CEI 306-10: | Sistemi di cablaggio strutturato. Guida alla realizzazione e alle Norme tecniche" |
|-------------------|---|

### Direttive Europee

|                          |  |
|--------------------------|--|
| CPR (UE) 305/201         | Regolamento Prodotti da Costruzione        |
| 73/23/CEE e successive:  | Direttiva bassa tensione.                  |
| 98/37/CE e successive:   | Direttiva Macchine.                        |
| 89/336/CEE e successive: | Direttiva compatibilità elettromagnetica.  |
| Regolamento UE241/2021   | Dispositivo per la ripresa e la resilienza |

.

Ove richiesto, si dovranno rispettare tutte le disposizioni previste dal locale comando dei V.V.F. e dagli Enti fornitori dell'energia elettrica e delle reti linee telefoniche. Tutti i componenti dell'impianto dovranno rispondere alle rispettive norme di prodotto e dovranno essere installati come previsto dalla società costruttrice del prodotto. Si consiglia l'utilizzo, ove possibile, di apparecchiature a marchio IMQ. Tutti i componenti elettrici dovranno essere conformi alle rispettive norme e marchiati CE.

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti elettrici dovranno uniformarsi alle prescrizioni progettuali ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL.

## 2.1.2 Verifiche preliminari

La Ditta installatrice dovrà sempre e comunque verificare, misurare ed acquisire i dati relativi agli assorbimenti effettivi di tutti gli apparecchi utilizzatori installati o da installare in campo (compresi quelli termotecnici, impiantistica speciale, ecc.); sulla scorta dei dati effettivi

saranno scelti e/o confermati i dispositivi di sezionamento, comando e protezione da inserire nei vari quadri elettrici e saranno stabilite definitivamente le sezioni e le formazioni dei cavi delle linee di alimentazione. Dovrà assicurare, inoltre, che il raggruppamento dei circuiti nelle vie cavi sia tale da rispettare la portata di progetto o comunque previste per il corretto funzionamento degli apparecchi o degli impianti da alimentare. Pertanto il numero dei circuiti, la formazione dei circuiti di alimentazione, la tipologia dei cavi utilizzati, ecc., da posare entro la stessa via cavi, dovrà essere tale da ottemperare la suddetta prescrizione. L'Appaltatore dovrà inoltre verificare e coordinare l'eventuale interferenza con altre tipologie di impianti, quali ad esempio: canali aria, tubazioni spegnimento incendio, scarichi, tubazioni, ecc. Dovrà infine garantire la futura ampliabilità dei sistemi e degli impianti, riservando opportuni margini e spazi liberi in modo da rispettare la presente prescrizione.

### **2.1.3 Livello di qualità dei materiali - Marche di riferimento**

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti elettrici dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dai documenti di progetto. La Ditta dovrà fornire materiali corredati di marchio IMQ (laddove sia previsto). I marchi riconosciuti nell'ambito CEE saranno considerati equivalenti ai corrispondenti marchi IMQ. Nei documenti di progetto sono indicati, in alcuni casi, marche e, in certi casi, modelli dei prodotti da utilizzare che rispondono alle caratteristiche tecniche ed allo standard qualitativo richiesto ed alle esigenze del Committente. Tali indicazioni servono per fissare il livello minimo qualitativo degli impianti che dovranno essere realizzati.

La Ditta è altresì libera di offrire modelli diversi da quelli elencati, che saranno però soggetti all'approvazione della DL e della Committenza, che potranno rifiutarli qualora non ritenuti, a loro giudizio insindacabile, di caratteristiche adeguate.

Nel caso di modelli di apparecchi illuminanti diversi da quelli elencati la Ditta dovrà comunque fornire elaborati di calcolo illuminotecnici, per ogni ambiente interessato, tali da soddisfare i requisiti di progetto e comunque richiesti dalla DL e dalla Committenza.

### **2.1.4 Campionature apparecchiature**

Il Committente e la DL, si riservano la possibilità di richiedere, durante il corso dei lavori, una campionatura dei materiali e delle apparecchiature elettriche da installare, prima del loro ordine d'acquisto.

### **2.1.5 Disegni di cantiere e di montaggio**

Almeno quindici giorni prima di ogni lavorazione la Ditta dovrà presentare alla DL, per approvazione i disegni di cantiere relativi all'installazione dei vari componenti e

apparecchiature, completi di particolari di montaggio, con la posizione precisa delle varie apparecchiature, gli ingombri, ecc.

Parte dei disegni, se la Ditta lo riterrà opportuno, saranno quelli di progetto, eventualmente riveduti, corretti e integrati con le modifiche concordate con la DL, o che la Ditta ritenga di adottare per una migliore riuscita del lavoro.

È a carico della Ditta la verifica della compatibilità degli impianti a proprio carico con quelli eseguiti o da eseguire a cura di altre Ditte (in particolare quelli termo meccanici)

È fatto assoluto divieto alla Ditta di intraprendere l'esecuzione di un'opera, se non approvata esplicitamente dalla DL dopo presentazione di elaborati grafici, da cui sia possibile dedurre la consistenza e le modalità esecutive.

## **2.2 QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE**

### **2.2.1 Norme di riferimento**

I quadri elettrici di B.T. dovranno essere realizzati e collaudati in conformità alle Norme CEI in vigore ed in particolare alla norma CEI EN 61439 oppure, qualora la corrente di cortocircuito non superi i 10 kA nel punto d'installazione o sia limitata da un interruttore a tale valore, alla norma CEI 23-51 (quadri ad uso domestico e similare).

I quadri potranno essere del tipo AS o ANS. Se di tipo ANS il costruttore dovrà verificare apportate rispetto al tipo AS non ne riducano le prestazioni di sicurezza e funzionalità. Tali verifica dovrà essere condotta tramite calcoli o estrapolando dati e caratteristiche relative a prototipi provati (prove di sovratemperatura e di tenuta al cortocircuito).

### **2.2.2 Caratteristiche costruttive quadri metallici**

La struttura sarà autoportante realizzata con carpenteria in lamiera di acciaio pressopiegata dai seguenti spessori:

- struttura portante: spessore 20 – 25/10 mm;
- portine frontali e pannelli di segregazione: spessore 15/10 mm.

Se il quadro è previsto a più scomparti questi dovranno essere francamente collegati fra loro mediante viti speciali per garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Il grado di protezione minimo per installazione all'interno, deve essere IP4X a porte chiuse o aperte.

Nel caso di quadro elettrico in esecuzione maggiore di IP 4X, si provvederà a mantenere il grado di protezione richiesto in corrispondenza di portelle, coperture, strumenti, selettori, etc. mediante apposite guarnizioni. Il quadro dovrà essere chiuso su ogni lato con i relativi pannelli di chiusura, mentre l'ingresso dei cavi nel quadro verrà realizzato solo mediante raccordi passacavo, posti sui pannelli di chiusura, salvo diversa indicazione della D.L.

In ogni scomparto dovranno essere realizzate opportune canalizzazioni per la circolazione naturale dell'aria in modo da garantire:

- il mantenimento delle temperature interne entro i limiti imposti dalle norme CEI;
- la compartimentazione delle celle o zone dei singoli scomparti.

La parte superiore e quella inferiore degli scomparti devono essere chiuse con lamiera asportabili, per permettere l'ingresso/uscita dei cavi indifferentemente dal basso o dall'alto. Ove richiesto le estremità laterali dei quadri devono essere chiuse con pannelli in acciaio verniciati asportabili, per rendere agevole l'ampliamento.

Tutta la struttura metallica delle unità (portelle anteriori, pannelli laterali, pannelli superiori e pannelli posteriori), salvo le piccole parti zincate a caldo, dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere il seguente:

- sgrassatura;
- doppio lavaggio;
- trattamento di fondo;
- essiccazione;
- verniciatura industriale a forno con ciclo a polveri epossidiche.

Lo spessore minimo della finitura sarà 50 micron.

La tonalità di colore dovrà essere concordato sulla base delle tabelle di codifica RAL.

Tutte le minuterie, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso dovranno essere protetti mediante zincatura a fuoco.

### **2.2.3 Sbarre e connessioni di potenza**

Le sbarre di connessione (omnibus) saranno realizzate in piatto di rame elettrolitico provviste di opportuni attacchi per permettere di formare un condotto sbarre unico tra vari scomparti. Le sbarre dovranno essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte. Le giunzioni delle sbarre dovranno essere rinvivate per evitare l'aumento delle resistenze di contatto.

Le sbarre saranno ancorate su setti reggisbarre in materiale isolante stampato e dimensionati per assicurare la tenuta agli sforzi elettrodinamici conseguenti alle correnti di guasto dell'impianto. Esse dovranno essere facilmente accessibili almeno nei punti di serraggio della bulloneria e per le operazioni di manutenzione periodica e per l'eventuale collegamento di nuove apparecchiature.

Le parti isolanti dovranno garantire la resistenza alla polluzione e all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro dovranno essere del tipo autoestinguento ed inoltre dovranno essere scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

I cavi utilizzati all'interno dei quadri per le connessioni di potenza dovranno essere unipolari in rame, con isolamento non propagante l'incendio ed a ridotta emissione di fumi.

#### **2.2.4 Collegamenti e circuiti ausiliari**

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione e misura all'interno dei quadri, devono essere realizzati con conduttori flessibili in rame, non propagante l'incendio, tipo FG17 con tensione nominale 450/750 V.

Per i diversi circuiti devono essere impiegate le seguenti sezioni minime:

circuiti amperometrici: 2,5 mmq

circuiti voltmetrici: 1,5 mmq

circuiti di comando e segnalazione: 1,5 mmq

Le estremità dei conduttori devono essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati, adatti per essere attestati ai morsetti delle apparecchiature o a morsettiere componibili numerate.

I morsetti componenti le morsettiere devono essere in materiale isolante non igroscopico ed essere dotati di dispositivo di serraggio indiretto antivibrante, per assicurare un buon collegamento elettrico ed evitare allentamenti durante l'esercizio. Non sono accettati morsetti con vite che agisca direttamente sul conduttore.

Le morsettiere di attestamento dei cavi esterni devono essere dimensionate in modo da consentire il fissaggio di un solo conduttore per ogni morsetto.

I cavi esterni si devono poter collegare alle morsettiere senza accavallamenti fra loro.

Deve essere prevista una quantità minima di morsetti di riserva pari al 10% di quelli utilizzati.

Le morsettiere di uscita devono essere posizionate ad una altezza minima di 30 cm dal fondo del quadro, per consentire un agevole allacciamento dei cavi.

Tutti i morsetti delle morsettiere e delle apparecchiature devono avere un grado di protezione pari almeno a IP2X.

#### **2.2.5 Relè di protezione e strumenti di misura**

I relè di protezione e gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio o su guida DIN o ad incasso sulla portella del quadro.

Per portate superiori a 63 A i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 o 1 A.

Salvo diversa specifica si dovranno montare strumenti multifunzione in grado di misurare e visualizzare su display a LCD i valori di corrente, tensione, fattore di potenza, potenza attiva istantanea e massima, energia reattiva, frequenza, ecc con classe di precisione sulla misura di potenza almeno pari a 1 con TA 1 A e classe 0,5 per TA 5 A. Nel caso di utilizzo di amperometri o voltmetri questi saranno esclusivamente di tipo digitale con grandezza minima misurata pari al 4% del calibro ed errore massimo dello 0,5%+/-1 digit.

Se inserito a progetto dovrà essere previsto un collegamento Modbus tra i vari strumenti ed un programma di supervisione ed archiviazione degli storici.

### **2.2.6 Apparecchiature ausiliarie**

I quadri dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per renderli completi e pronti al funzionamento, anche se non specificatamente indicate nel computo metrico e sui disegni di progetto.

In generale dovranno essere previsti:

- relè ausiliari e temporizzatori;
- contatti ausiliari per segnalazione di scattato interruttore e/o di stato;
- lampadine a led di segnalazione (verde: marcia o funzionamento normale; giallo: scattato per guasto; rosso: allarme; bianco: altro);
- commutatori e selettori di comando e di misura;
- pulsanti.

Se le condizioni d'installazione lo richiedono dovranno essere anche previste:

- resistenze anticondensa, comandate da termostati;
- apparecchiature per la ventilazione forzata in settori dei quadri di potenza dove siano presenti apparecchiature elettroniche di regolazione e controllo che, per l'elevato calore sviluppato dall'elevato passaggio di corrente, possano andare oltre la loro temperatura nominale di funzionamento.

I dispositivi e le apparecchiature che dovranno essere visualizzati e manovrati dall'esterno dei quadri, dovranno essere per montaggio incassato sulle portelle, con grado di protezione minimo IP5X.

### **2.2.7 Messa a terra**

Salvo che per i piccoli quadri, in cui è possibile prevedere una specifica e certificata morsettiera di terra cui attestare i conduttori di protezione dei vari circuiti, va sempre prevista una sbarra di terra in rame, solidamente imbullonata alla struttura, con sezione minima pari a 250 mmq.

Ogni conduttore di protezione collegato al sistema di equipotenzializzazione va identificato con apposita targhetta che ne indichi il servizio.

### **2.2.8 Morsettiera**

I cavi in partenza, salvo diversa indicazione, dovranno attestarsi su apposite morsettiera dimensionate per avere almeno il 10% di morsetti ancora disponibili per ampliamenti futuri. Ogni cavo dovrà essere contraddistinto con apposita targhetta identificatrice numerata come da schema elettrico as-built

Le morsettiera di attestazione dei cavi in uscita dovranno essere posizionate ad un'altezza minima di 20 cm e comunque tale, in funzione della sezione dei cavi, da permettere il rispetto

del raggio di curvatura minimo ammesso per gli stessi oltre che un agevole allacciamento degli stessi anche in occasione di operazioni future di manutenzione ordinaria e straordinaria.

### **2.2.9 Targhe**

Dovranno essere previste almeno le seguenti targhe di identificazione e indicazione:

- targhetta del costruttore con indicate oltre la sua ragione sociale anche le caratteristiche elettriche ( tensione e corrente nominale, massima corrente di tenuta al cortocircuito) , marcatura CE, n° identificativo del quadro;
- targhette di identificazione dei singoli circuiti utenza;
- targhetta di identificazione delle singole apparecchiature, coerenti con gli schemi elettrici;
- targhe di pericolo;
- targhe con sequenze di manovra.

Le targhe di identificazione e indicazione dovranno essere in materiale plastico con fondo nero e scritte in bianco, fissate con viti o elementi di fissaggio equivalenti; non saranno accettati fissaggi a mezzo collanti.

### **2.2.10 Prescrizioni varie**

Dovranno essere previsti tutti gli accessori necessari a rendere i quadri completi e pronti al funzionamento, anche se non espressamente menzionati nel computo metrico o sui disegni di progetto.

Le apparecchiature eventualmente alimentate con collegamenti presi a monte dell'interruttore generale dovranno avere protezione supplementare contro i contatti diretti attraverso l'uso di appositi schermi, realizzati in materiale isolante con grado di protezione XXB e segnalate con targhetta monitorica riportante la dicitura:

“Attenzione apparecchiature in tensione anche con interruttore generale aperto”.

I quadri dovranno essere sempre saldamente fissati anche nel rispetto delle norme antisismiche.

I cavi utilizzati per la realizzazione di intercollegamenti di circuiti ausiliari fra i quadri dovranno essere di colorazione arancione al fine di permettere una immediata percezione della possibile presenza di una tensione ausiliaria esterna entrante nel quadro.

### **2.2.11 Documentazione**

Se il quadro è realizzato dalla stessa impresa installatrice questa ne sottoscrive la conformità alla norma relativa nel momento stesso in cui rilascia la dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte in base al D.M. n. 37 del 22/01/2008.

Se viceversa i quadri sono di altro costruttore dovranno essere marcati CE e l'installatore nella dichiarazione di conformità è tenuto ad indicare il nome del costruttore ed allegare la relativa dichiarazione di conformità.

Sempre il costruttore del quadro dovrà fornire la seguente documentazione:

- certificato di collaudo redatto secondo la norma CEI EN 61439-1;
- schema elettrico costruttivo completo dei circuiti di potenza ed ausiliari con relativa numerazione dei fili e morsetti.

## **2.3 APPARECCHIATURE PER QUADRI DI BASSA TENSIONE**

Le apparecchiature montate all'interno dei quadri dovranno avere caratteristiche tecniche adeguate alle utenze da alimentare ed ai valori di corto circuito previsti nel punto d'installazione.

### **2.3.1 Caratteristiche generali interruttori automatici**

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT potranno essere di tipo, scatolato o modulare, a seconda dell'utilizzo previsto e dalla corrente nominale delle utenze da proteggere. Tutti gli interruttori previsti nell'impianto dovranno essere dello stesso produttore.

Gli interruttori dovranno essere in esecuzione bipolare, tripolare o tetrapolare in funzione del tipo di utenza, dei vincoli normativi e del sistema di neutro utilizzato.

Gli interruttori dovranno sempre essere dotati di dispositivi di protezione di tipo magnetotermico su tutte le fasi e, se di tipo scatolato, anche sul neutro per permettere il sottodimensionamento dello stesso rispetto al conduttore di fase..

Gli interruttori utilizzati per la protezione di motori, qualora sprovvisti di inverter, dovranno essere dotati, oltre che di protezione magnetica, di protezione termica regolabile correttamente calibrata sulla corrente nominale del motore.

Il conduttore di neutro dovrà essere interrotto e protetto in conformità alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8. Nel caso di adozione di un sistema tipo TN-C, il conduttore PEN non dovrà in alcun caso venire sezionato, né protetto.

I dispositivi di protezione magnetotermica dovranno essere scelti in modo da proteggere le condutture e le apparecchiature poste a valle e rendere selettivo l'intervento tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle, salvo quando non si sia adottato il criterio della protezione in serie (backup) in ottemperanza a quanto previsto dalle Norme CEI 64-8.

Nei collegamenti di apparecchiature monofase si dovrà sempre verificare la corretta complessiva equilibratura sulle tre fasi.

Il potere di interruzione dovrà essere almeno pari alla corrente di corto circuito presente nel punto di installazione salvo i casi in cui sia accettata la protezione in serie, con i limiti imposti dalle Norme CEI 64-8 punto 6.3.02.

La portata degli interruttori dovrà sempre essere scelta sulla base di una temperatura ambiente, nella zona circostante l'interruttore di 45°C , che tenga conto del sovrariscaldamento interno al quadro in condizioni di esercizio.

Sarà cura ed onere dell'Installatore, preliminarmente all'acquisto degli interruttori, verificare, in base alla reale potenza del carico alimentato, l'idoneità delle loro tarature. Ove questa non dovesse esserlo dovrà darne comunicazione immediata alla DL.

Tutte le protezioni di tipo differenziale dovranno essere di tipo A e eventualmente di tipo B, se richiesto nei documenti di progetto o dal produttore dell'apparecchiatura da proteggere ( ad es. inverter motore/pompa). A tal riguardo sarà onere e responsabilità dell'Appaltatore, indipendentemente da quanto indicato nei documenti di progetto, installare sempre protezioni differenziali di tipo B, qualora il fornitore terzo dell'apparecchiatura lo richieda o sia richiesto nelle istruzioni di montaggio fornite a corredo della stessa.

### **2.3.2 Contattori**

La portata nominale indicata nei documenti di progetto è sempre da intendersi riferita per categoria di impiego AC 3. Sarà cura ed onere dell'Installatore, preliminarmente all'acquisto dell'apparecchiatura, verificare, in base alla tipologia e potenza del carico realmente controllato, se la portata dei contatti di progetto sia idonea. Ove questa non lo fosse dovrà prevedere la dovuta maggiorazione.

### **2.3.3 Relè termici**

La corrente nominale di taratura dei relè termici impiegati per la protezione contro il sovraccarico dei motori, indipendentemente dal valore riportato a progetto, dovrà sempre essere verificata preliminarmente dall'Appaltatore in funzione della corrente nominale realmente assorbita dal motore installato e da proteggere. I relè termici dovranno avere ampio campo di regolazione della corrente di intervento ed essere dotati di contatti ausiliari di scambio. Il riarmo dei relè dovrà essere di tipo manuale.

I relè di tipo bimetallico dovranno essere compensati alla temperatura ambiente.

### **2.3.4 Fusibili**

I fusibili impiegati nei circuiti di potenza devono essere ad alto potere di interruzione, con elevate caratteristiche di limitazione della corrente di corto circuito presunta; la caratteristica di intervento deve essere adeguata al tipo di utenza da proteggere.

Se utilizzati in serie a contattori o a sezionatori, i fusibili devono essere coordinati con essi.

### **2.3.5 Interruttore di manovra- sezionatore**

Dovrà essere sempre verificato dall'appaltatore che:

- la corrente nominale del sezionatore sia superiore alla corrente nominale dell'interruttore magnetotermico previsto per la sua protezione;

- il potere di chiusura su corto circuito sia sempre superiore alla corrente di corto circuito presente nel punto d'installazione o che sia coordinato con l'interruttore di protezione posto a monte.

### **2.3.6 Dispositivi di sezionamento e di comando**

Ogni circuito dell'impianto elettrico sarà sezionabile, avrà cioè un dispositivo di sezionamento per garantire la sicurezza del personale che eseguirà lavori elettrici su parti attive o in vicinanza delle stesse.

Si utilizzeranno interruttori automatici magnetotermici onnipolari, dichiarati idonei al sezionamento dalle relative norme di prodotto o dal costruttore, oppure, ove specificato, si installeranno interruttori di manovra-sezionatori.

I dispositivi di sezionamento, comunque, dovranno essere scelti e saranno installati in modo da garantire il sezionamento di tutti i conduttori attivi del circuito. Essi saranno chiaramente identificabili mediante etichette indicanti i circuiti su cui saranno installati.

### **2.3.7 Relè di protezione e strumenti di misura**

I relè di protezione e gli strumento di misura dovranno essere adatti per montaggio o su guida DIN o ad incasso sulla portella del quadro.

Per portate superiori a 63 A i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 o 1 A. Salvo diversa specifica si dovranno montare strumenti multifunzione in grado di misurare e visualizzare su display a LCD i valori di corrente, tensione, fattore di potenza, potenza attiva istantanea e massima, energia reattiva, frequenza, ecc con classe di precisione sulla misura di potenza almeno pari a 1 con TA 1 A e classe 0,5 per TA 5 A . Nel caso di utilizzo di amperometri o voltmetri questi saranno esclusivamente di tipo digitale con grandezza minima misurata pari al 4% del calibro ed errore massimo dello 0,5%+/-1 digit.

### **2.3.8 Limitatori di sovratensione**

Gli scaricatori dovranno essere sempre installati nei quadri (generale e di zona) e posti il più vicino possibile alla sbarra di terra . Nel rispetto comunque delle indicazioni di progetto, sarà onere e responsabilità dell'Installatore, in funzione del modello da lui acquistato, scegliere se e come proteggere (taratura del fusibile di protezione da porre eventualmente a monte in base alle indicazioni del Costruttore) lo scaricatore.

## **2.4 CAVI E CONDUTTORI**

### **2.4.1 Caratteristiche generali**

I cavi dovranno avere conduttori in rame e:

- essere di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità IMQ (per i tipi dove applicabile);
- rispondere alle norme tecniche e costruttive stabilite dal CEI , alle norme dimensionali e di codice colori stabilite dalle tabelle CEI-UNEL, di tipo CPR (ove applicabile);
- avere classe di reazione al fuoco minima Cca –s1b,d1,a1;

La scelta delle sezioni dei conduttori deve basarsi sulle seguenti considerazioni:

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori deve essere pari al 70% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI-UNEL per le condizioni di posa stabilite;
- la massima caduta di tensione consentita a valle del quadro generale fino all'utilizzazione più lontana deve essere del 4%, salvo i valori prescritti per impianti particolari;
- deve essere verificata la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

La sezione minima dei conduttori, salvo prescrizioni particolari deve essere:

- 1,5 mmq per i circuiti luce ed ausiliari;
- 2,5 mmq per i circuiti FM;
- 1 mmq per i circuiti di segnalazione e simili.

Il colore dell'isolamento dei conduttori con materiale termoplastico sarà definito a seconda del servizio e del tipo di impianto.

Le colorazioni dei cavi energia, in accordo con la tabella UNEL 00722, saranno:

- fasi: nero, marrone, grigio oppure nero, nero, nero;
- neutro: blu chiaro;
- conduttore di protezione: giallo/verde.

I cavi dovranno essere conformi al regolamento CPR (UE 305/11) e, più specificatamente, a seconda di quanto indicato a progetto alle Norme CEI UNEL 35716 (FS17), 35328 (FG16OM16) e/o ad altre norme vigenti di prodotto.

Le sezioni saranno quelle specificate nel progetto e comunque non inferiori a quanto specificato dall'art.524 della Norma CEI 64-8 .

Si precisa comunque che la sezione minima da adottarsi per i circuiti di potenza prevista dalla norma (vedi tab.) è di 1.5 mmq in rame.

Il conduttore di neutro dovrà avere la stessa sezione del conduttore di fase nei circuiti monofase, e nei circuiti polifase con sezione del conduttore di fase inferiore od uguale a 16 mmq in rame; nei circuiti con sezione superiore ai 16 mmq il conduttore di neutro può avere una diversa sezione a patto che sia rispettato l'art. 524.3 della norma CEI 64-8

Tutti i conduttori dovranno essere coordinati con le relative protezioni.

La sezione del conduttore di protezione sarà scelta in accordo con l'art. 543.1.2 e relativa tab. (sotto riportata ) della norma CEI 64-8.

Tab. ( i valori espressi sono in mmq.)

| Sezione del conduttore di fase | Sezione minima del conduttore di protezione |
|--------------------------------|---|
| $S_f < 16$                     | $S_p = S$                                   |
| $16 < S_f < 35$                | 16  |
| $S_f > 35$                     | $S_p = S/2$                                 |

Per l'identificazione dei cavi l'art. 514.2 della norma CEI 64-8 precisa che :“ Le condutture elettriche devono essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche all'impianto.”

Per la colorazione esterna è obbligatorio utilizzare: il bicolore giallo-verde per i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali; la colorazione blu chiaro per il conduttore di neutro, così come precisato dalla norma CEI 16-4 e dalla norma CEI 64-8.

I conduttori equipotenziali principali dovranno collegare tutte le masse estranee entranti nell'edificio, con conduttore avente sezione non inferiore alla metà del conduttore di protezione di sezione maggiore presente nell'impianto, con un minimo di 6 mmq e con un massimo se in rame di 25 mmq.( CEI 64-8 art.547.1.1).

I collegamenti equipotenziali supplementari che connettono una massa ad una massa estranea, dovranno avere sezione inferiore alla metà del corrispondente conduttore di protezione ( CEI 64-8 art.547.1.2 ). e comunque non inferire a 6 mmq.

## 2.4.2 Caratteristiche tecniche

- Cavi con tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV FG16(O)M16 per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con caratteristiche di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1 (non propagante l'incendio ed a bassa emissione di fumi) e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) conformi alle Norme CEI CEI 20-13 - CEI UNEL 35318, EN 50575;
- Cavi con tensione nominale  $U_0/U$ : 450/750 V, tipo FG17 in PVC di qualità LSOH- S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco Cca-s1b,d1,a1 (non propagante l'incendio ed a bassa emissione di fumi) e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) conforme alle norme CEI UNEL 35716, CEI EN 60332; CEI 20-38/CEI UNEL 35310;
- Cavi in bassa tensione tipo resistente al fuoco aventi condutture a corda flessibile di rame rosso ricotto stagnato con barriera ignifuga, isolamento in materiale elastomerico reticolato di qualità G10, guaina in materiale speciale a base di elastomero reticolato M2, tensione nominale di isolamento 0,6/1 kV, tensione di prova 4 kV in c.a., temperatura massima di esercizio 85° C, conformi alle Norme CEI 20-22 III, CEI 20-35, CEI 20-36, CEI 20-37 I-II-III, CEI 20-38.

### 2.4.3 Modalita' di posa

I cavi a doppio isolamento (FG16(O)M16) potranno essere installati:

- in tubazioni interrato di grande diametro; in tal caso dovrà essere sigillato l'ingresso con riempitivi;
- su passerelle metalliche orizzontali appoggiati e ben ordinati;
- su passerelle metalliche verticali (i cavi vengono fissati alle passerelle con collari atti a sostenere il peso dei cavi stessi, installati ogni 1 m di lunghezza del cavo);
- entro tubazioni a vista od incassate; le sezioni interne dei tubi dovranno essere tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori.

I cavi sprovvisti di guaina esterna di protezione (FG17) potranno essere installati esclusivamente entro tubazioni in PVC incassate o a vista. Se posati in tubazioni a vista il grado di protezione minimo ammesso per le condutture è IP 4X.

Il raggio di curvatura dei cavi deve tenere conto di quanto specificato dai costruttori.

Nell'infilare i conduttori entro tubi si deve fare attenzione ad evitare torsioni o eliche che ne impedirebbero lo sfilamento.

Sono ammessi giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata; non sono accettate giunzioni nelle passerelle portacavi.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali deve rimanere invariata per tutta la loro lunghezza.

I cavi devono essere siglati e identificati con fascette segnacavo come segue:

- su entrambe le estremità;
- in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione;
- ogni 20 m lungo le passerelle e scale porta cavi;
- in corrispondenza di ogni cambio di percorso significativo.

Su tali fascette deve essere precisato il numero di identificazione della linea e, se del caso, la sigla del quadro che la alimenta.

Devono essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici o cassette la siglatura deve essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto (solo nei quadri) e sul conduttore;
- siglatura della fase (RSTN sul singolo conduttore e, nei quadri, sul morsetto).

Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati con passo massimo di 0,5 m, in quelli orizzontali dovranno essere legati alle passerelle e/o ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m.

Escluso i tratti terminali di collegamento agli apparecchi illuminanti incassati nei controsoffitti, tutto il percorso dei vari cavi dovrà sempre avvenire in canaline/tubazioni/guaine di protezione. Eventuali eccezioni potranno essere accettate esclusivamente se preventivamente autorizzate dalla direzione lavori.

Le linee di energia verranno mantenute separate dalle linee di segnale mediante utilizzo di canalizzazioni, tubazioni e cassette di derivazione distinte. E' ammesso comunque per la separazione anche l'uso, nelle canaline, di setti di divisione.

#### **2.4.4 Connessioni terminali**

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate con esclusione di qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso. Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore. L'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

### **2.5 CANALIZZAZIONI**

#### **2.5.1 Canaline e passerelle portacavi metalliche**

Le canaline saranno realizzate:

- in lamiera d'acciaio pressopiegata, zincata a caldo con metodo Sendzemir e, dove richiesto, ulteriormente verniciate;
- a filo saldato in acciaio zincato a caldo con metodo Sendzemir.

L'eventuale coperchio dovrà essere, cieco, dello stesso materiale e con chiusura a scatto o mediante apposite cerniere/clip.

Nel dimensionamento delle canaline si dovrà sempre garantire che l'area della sezione interna della canalina non dovrà mai essere minore del doppio dell'area della sezione occupata dai cavi.

Per le canaline in lamiera lo spessore non dovrà essere inferiore a 1,5 mm ed i bordi non dovranno poter causare danneggiamenti ai cavi sia in fase di installazione sia a posa avvenuta.

Gli accessori previsti sono:

- curve prefabbricate;

- derivazione a T e incroci a X prefabbricati;
- separatori;
- giunzioni;
- mensole o altre analoghe tipologie di supporti per montaggio a parete e/o soffitto.

La loro costituzione sarà con materiale analogo a quello degli elementi rettilinei, ad eccezione delle mensole per le quali è possibile la zincatura a caldo dopo lavorazione secondo le Normative CEI 7-6.

Staffe e mensole dovranno essere opportunamente dimensionate, così come opportunamente considerate le modalità del loro fissaggio alle pareti/soffitti.

A tal fine si dovranno presentare alla DL, prima dell'installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole, la loro interdistanza e il sistema di fissaggio. In ogni caso l'interdistanza massima consentita è di 2000 mm per i singoli canali di larghezza fino a 250 mm e 1500 mm negli altri casi e, comunque, tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

Ove richiesto dalla normativa antisismica dovranno essere previsti opportuni rinforzi/controventature dei sostegni che permettano di rispettare gli obblighi di sicurezza prescritti. Il tutto dovrà essere certificato da relazioni di calcolo.

Soprattutto per i tratti verticali le canaline devono essere dotate di accessori o asole in modo da poter fissare i cavi con appositi cinturini o collari.

Sia per le canaline sia per le passerelle, inoltre, i componenti accessori sopraccitati dovranno essere della stessa casa costruttrice, al fine di garantire la reciproca perfetta compatibilità e la possibilità di corretto e semplice montaggio ed eventuale smontaggio.

Si precisa infine che il Costruttore dovrà dare specifica garanzia in merito alla continuità elettrica fra i vari elementi, senza dover prevedere a tale scopo elementi aggiuntivi (ponticelli).

### **2.5.2 Modalità di posa**

Le canaline devono essere posate in modo tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi, l'accessibilità agli stessi e non dovranno mai essere ancorate al controsoffitto.

Dovrà essere sempre garantito il perfetto allineamento tra i vari elementi del sistema portacavi.

Le canaline dovranno sempre essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

- se installate in zone di passaggio ad altezza inferiore a 3 m;
- in tutti i casi indicati sugli altri elaborati di progetto.

E' ammesso il taglio a misura degli elementi con ripristino della zincatura a freddo o verniciatura sulle superfici del taglio.

Gli eventuali spigoli vivi delle passerelle devono essere smussati o protetti con copribordi in gomma in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa e nei punti in cui un cavo esce dalla canalina.

Devono essere evitati cambi di direzione ad angolo retto.

I collegamenti tra i vari elementi devono essere realizzati con giunti fissati con viti; non sono accettate saldature.

Il collegamento tra mensole e canale deve essere realizzato con viti; non sono accettate saldature.

Devono essere adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni.

Nel caso di utilizzo di una unica passerella per servizi diversi (ad es. energia/telefono-dati/sicurezza), vanno installati setti divisorii che ne permettano la separazione lungo tutto il percorso.

In caso poi di coesistenza di cavi d'energia e cavi per fonia-dati nella stessa canalina, sia pur in due scomparti distinti, i cavi dati devono comunque essere distanziati da quelli dell'energia di almeno 300 mm.

In corrispondenza di ogni passaggio delle canaline attraverso muri REI dovrà essere ripristinato il grado di compartimentazione originario.

## **2.6 TUBAZIONI**

### **2.6.1 Caratteristiche costruttive dei tubi in pvc**

Tutti i componenti dovranno essere dotati di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) (per i tipi dove applicabile) o di altro Marchio e/o Certificazione equivalente.

Le tubazioni flessibili sono ammesse solo:

- di tipo pesante (cod.4 EN 61386) per posa sottotraccia a pavimento;
- di tipo medio(cod.3 EN 61386) o pesante per posa ad incasso a parete/soffitto;
- di tipo medio o pesante per posa a vista a soffitto/pavimento nei brevi tratti finali di connessione delle apparecchiature poste sopra o nel controsoffitto/sotto il pavimento sopraelevato.

Le tubazioni rigide o flessibili dovranno essere del tipo autoestinguento (conformi alla norma EN 61386 ed quindi alla prova del filo incandescente 750°) e con riportato ogni 3 m al massimo il codice di classificazione a 3 cifre.

Negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata presenza di persone le tubazioni a vista devono essere Halogen Free.

Le tubazioni poste entro pareti combustibili (non di classe 0) devono essere conformi alla norma CEI EN 61386-1 (prova del filo incandescente a 850°), alogen free e presentare grado di protezione IP 40 anche in corrispondenza dell'ingresso nelle scatole di derivazione e portafrutti. qualora la tubazione contenga conduttori a semplice isolamento.

Il diametro minimo ammesso è 20 mm e comunque non può essere inferiore a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio dei cavi contenuti.

Per il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) le tubazioni in pvc da utilizzarsi per la distribuzione degli impianti elettrici dovranno avere un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sotto prodotti, di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Le tubazioni dovranno presentare le seguenti caratteristiche fisiche minime:

- campo di temperatura fra -5° e +60° C;
- resistenza elettrica di isolamento superiore a 100 MOhm a 500 V per 1 min.;
- rigidità elettrica superiore a 20 kV/mm per 15 min.;
- diametri esterni nominali da 20 – 25 – 32 – 40 – 50 mm;
- resistenza di schiacciamento superiore a 1250 N (tubi rigidi) e 750 N( tubi flessibili) su 5 cm a 20° C.

I componenti accessori normali comprenderanno manicotti di giunzione e curve prefabbricate, mentre negli impianti in esecuzione  $\geq$  IP44 i suddetti accessori saranno idonei a garantire il conseguimento di tale grado di protezione ed inoltre saranno integrati da bocchettoni e/o raccordi  $\geq$  IP44.

I sopradescritti componenti dovranno essere della stessa Casa Costruttrice delle tubazioni, onde sia garantita la perfetta compatibilità ed il sicuro conseguimento dei gradi di protezione occorrenti.

La raccorderia sarà di tipo a pressatubo o filettata, a seconda dei casi, mentre il fissaggio in vista dovrà essere eseguito impiegando morsetti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a collare con fascetta stringi tubo. Il fissaggio su supporti a scatto è consentito solo per percorsi a parete.

Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1,5 m.

Negli impianti incassati, le giunzioni tra tubi dovranno essere eseguite mediante manicotti previsti dal costruttore.

Il colore dei tubi va utilizzato per identificare i vari tipi d'impianto. Per quanto possibile si consiglia di rispettare le seguenti colorazioni (CEI 64-100/2):

- elettrico.nero;
- telefono- trasmissione dati- TV: verde;
- videocitofonico- audio/video. Blu;
- antintrusione, allarmi tecnici: marrone.

## **2.6.2 Caratteristiche costruttive dei tubi metallici leggeri**

I tubi metallici dovranno essere del tipo leggero, in acciaio zincato non filettabili, con resistenza elevata allo schiacciamento.

Gli accessori dei tubi in oggetto saranno preferibilmente ad innesto rapido: giunto tubo-tubo, raccordi a cassette, giunti tubo-flessibile; le curve infine saranno del tipo prefabbricato e da connettere ai tratti rettilinei mediante giunzioni come sopradescritte.

Infine, il grado di protezione che si otterrà con l'impiego dei componenti sopradescritti non dovrà essere inferiore a IP55.

### **2.6.3 Modalità' di posa in opera**

E' prescritta in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori in qualunque momento e condizione. A tal riguardo si devono installare in numero adeguato cassette rompitratta (almeno ogni 15 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione). Le curve devono essere eseguite con un largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, con apposite macchine o molle piegatubi, se del caso si potranno usare curve prefabbricate. In ogni caso non è ammesso l'impiego di derivazione a "T".

I tubi devono essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti per quanto possibile. Nei tratti in vista e nei controsoffitti i tubi saranno fissati con appositi sostegni, in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con chiodi a sparo o tasselli ad espansione, o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 150 cm.

Salvo diversa indicazione i tubi posati a vista saranno sempre del tipo rigido, anche se installati sopra il controsoffitto.

Nei tratti a pavimento i tubi, prima di essere ricoperti con malta, dovranno essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori di ultimazione del pavimento.

La posa dei tubi sottotraccia non deve alterare le caratteristiche strutturali dell'edificio. La demolizione parziale degli elementi in laterizio è consentita solo se tali elementi non costituiscono "blocchi collaboranti" alla resistenza della soletta.

Per la posa dei tubi sottopavimento quando questi sono numerosi e tra loro adiacenti si raccomanda di predisporre una rete elettrosaldata sopra di loro oppure di distanziar i tubi affinché il massetto sia più uniforme.

Negli impianti posati a vista le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette avverranno attraverso appositi raccordi.

In tutti i casi in cui vengano impiegati tubi metallici deve essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico deve essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

L'uso di tubi portacavo flessibili a vista è in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi deve essere di 20 mm.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuto.

Ad installazione avvenuta dei tubi il successivo insilaggio dei cavi deve essere autorizzato da apposita dichiarazione scritta dalla D.L.

I tubi, le cassette e le scatole per l'impianto d'energia, per impianti telefonici/dati, segnali TV, impianti speciali vanno tenuti distinti fra loro.

E' fatto divieto transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammarrarsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche (tranne dove espressamente indicato e autorizzato).

I tubi previsti vuoti devono comunque essere dotati di fili-pilota in materiale non soggetto a ruggine.

I tubi di riserva devono essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

Le tubazioni incassate nelle pareti dovranno avere percorsi orizzontali o verticali o paralleli agli spigoli delle pareti.

La tabella sottoriportata indica la grandezza minima che devono avere i tubi protettivi, rispettivamente flessibili e rigidi, in relazione alla sezione e al numero dei cavi contenuti:

| CAVI      |                                  |          | SEZIONE mm <sup>2</sup> |     |    |    |     |     |
|-----------|----------------------------------|----------|-------------------------|-----|----|----|-----|-----|
| Uo/U      | TIPO                             | NUM.     | 1,5                     | 2,5 | 4  | 6  | 10  |     |
| 450/750 V | Cavo unipolare<br>(senza guaina) | 1        | 16                      | 16  | 16 | 16 | 16  |     |
|           |                                  | 2        | 16                      | 16  | 16 | 20 | 25  |     |
|           |                                  | 3        | 16                      | 16  | 20 | 25 | 32  |     |
|           |                                  | 4        | 16                      | 20  | 20 | 25 | 32  |     |
|           |                                  | 5        | 20                      | 20  | 20 | 32 | 32  |     |
|           |                                  | 6        | 20                      | 20  | 25 | 32 | 40  |     |
|           |                                  | 7        | 20                      | 20  | 25 | 32 | 40  |     |
|           |                                  | 8        | 25                      | 25  | 32 | 40 | 50  |     |
|           |                                  | 9        | 25                      | 25  | 32 | 40 | 50  |     |
|           | Cavo Multipolare<br>(con guaina) | bipol.   | 1                       | 16  | 20 | 20 | 25  | 32  |
|           |                                  |          | 2                       | 32  | 40 | 40 | 50  | --- |
|           |                                  |          | 3                       | 40  | 40 | 50 | 50  | --- |
|           |                                  | tripol.  | 1                       | 16  | 20 | 20 | 25  | 40  |
|           |                                  |          | 2                       | 32  | 40 | 40 | 50  | --- |
|           |                                  |          | 3                       | 40  | 50 | 50 | --- | --- |
|           |                                  | quadrip. | 1                       | 20  | 20 | 25 | 32  | 40  |
|           |                                  |          | 2                       | 40  | 40 | 50 | 50  | --- |
|           |                                  |          | 3                       | 40  | 50 | 50 | --- | --- |
|           |                                  |          | 1                       | 20  | 20 | 20 | 25  | 50  |

|          |                                |                                  |        |     |     |     |     |     |
|----------|--------------------------------|----------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0,6/1 kV | Cavo unipolare<br>(con guaina) |                                  | 2      | 40  | 40  | 40  | 40  | 50  |
|          |                                |                                  | 3      | 40  | 50  | 50  | 50  | --- |
|          |                                |                                  | 4      | 50  | 50  | 50  | 50  | --- |
|          |                                |                                  | 5      | 50  | 50  | --- | --- | --- |
|          |                                |                                  | 6      | --- | --- | --- | --- | --- |
|          |                                |                                  | 7      | --- | --- | --- | --- | --- |
|          |                                |                                  | 8      | --- | --- | --- | --- | --- |
|          |                                |                                  | 9      | --- | --- | --- | --- | --- |
|          |                                | Cavo Multipolare<br>(con guaina) | bipol. | 1   | 25  | 25  | 25  | 32  |
|          | 2                              |                                  |        | 40  | 50  | 50  | --- | --- |
|          | 3                              |                                  |        | 50  | 50  | --- | --- | --- |
|          | tripol.                        |                                  | 1      | 25  | 25  | 25  | 32  | 32  |
|          |                                |                                  | 2      | 50  | 50  | 50  | --- | --- |
|          |                                |                                  | 3      | 50  | --- | --- | --- | --- |
|          | quadrip.                       |                                  | 1      | 25  | 25  | 32  | 32  | 40  |
|          |                                |                                  | 2      | 50  | 50  | --- | --- | --- |
|          |                                |                                  | 3      | --- | --- | --- | --- | --- |

Nell'esecuzione di cavidotti nel terreno le tubazioni potranno essere:

- in PVC di tipo rigido, serie pesante con giunti a "bicchiere";
- in PVC di tipo flessibile a doppia parete con idonei manicotti di giunzione, resistenti allo schiacciamento 450/750 N.

La loro posa dovrà essere fatta a non meno di 50 cm di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo uno strato di sabbia di circa 10 cm di spessore; inoltre dovrà essere steso a 30 cm sopra la tubazione un nastro avvisatore in polietilene.

Nei tratti interrati, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con getto di calcestruzzo magro.

## 2.7 CASSETTE DI DERIVAZIONE

Sono ammesse solo cassette in materiale autoestinguento e con coperchio fissato con viti.

Nella posa si dovrà garantire l'orizzontalità, l'allineamento estetico con le altre apparecchiature e, se incassate a muro, il coperchio dovrà risultare perfettamente a filo muro.

Giunzioni e cavi posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa. La tabella sotto riportata indica, per ogni cassetta, il numero massimo dei tubi attestabili, in relazione alle dimensioni dei tubi stessi. Si devono, inoltre, attestare le tubazioni in modo da evitare eccessivi intrecci di cavi.

In corrispondenza delle pareti divisorie tra vari ambienti le scatole incassate a parete dovranno risultare sfalsate in modo tale da non essere contrapposte una all'altra sia per ragioni d'isolamento acustico che statiche.

L'ingresso dei tubi o dei cavi a vista in cassette posate a vista dovrà essere sempre realizzato mediante appositi raccordi (stringitubi, pressa cavi, ecc.) tali non alterare il grado di protezione richiesto per l'impianto.

Le cassette per l'impianto d'energia, per impianti telefonici/dati, segnali TV, impianti speciali vanno tenute distinti fra loro o, in subordine, vanno previsti opportuni setti separatori fissati all'interno della stessa cassetta di derivazione evitando, nel cablaggio, qualsiasi promiscuità. Nelle cassette di derivazione i circuiti alimentati dai cavi dovranno resi identificabili con opportune targhette.

**TABELLA:** Numero massimo di tubi attestabili sulle cassette, in relazione al diametro (mm) dei tubi stessi.

| DIMENSIONI INTERNE<br>(L x H x P) | PREDISPOSIZIONE<br>NUMERO SCOMPARTI | NUMERO MASSIMO TUBI<br>ATTESTABILI |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                   |                                     | Ø<br>16                            | Ø<br>20 | Ø<br>25 | Ø<br>32 | Ø<br>40 | Ø<br>50 | Ø<br>63 |
| 90 x 90 x 45                      | 1                                   | 7                                  | 4       | 3       | --      | ---     | ---     | ---     |
| 120 x 100 x 50                    | 1                                   | 10                                 | 6       | 4       | ---     | ---     | ---     | ---     |
| 120 x 100 x 70                    | 1                                   | 14                                 | 9       | 6       | ---     | ---     | ---     | ---     |
| 150 x 100 x 70                    | 1                                   | 18                                 | 12      | 8       | 4       | 4       | 2       | ---     |
| 160 x 130 x 70                    | 1                                   | 20                                 | 12      | 8       | 6       | 4       | 2       | ---     |
| 200 x 150 x 70                    | 2                                   | 24                                 | 16      | 10      | 6       | 4       | 4       | ---     |
| 300 x 150 x 70                    | 3                                   | ---                                | 24      | 16      | 10      | 6       | 5       | 2       |
| 390 x 150 x 70                    | 4                                   | ---                                | ---     | 20      | 12      | 8       | 6       | 3       |
| 480 x 160 x 70                    | 3                                   | ---                                | ---     | 24      | 16      | 10      | 6       | 4       |
| 520 x 200 x 80                    | 3                                   | ---                                | ---     | ---     | ---     | 12      | 8       | 6       |

Le scatole portafrutto e le cassette posate ad incasso o semincasso entro cavità di pareti combustibili o incombustibili ed anche entro controsoffitti devono aver superato la prova del filo incandescente a 850° C.

## 2.8 CONNESSIONI

Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con morsetti a marchio IMQ, aventi grado di protezione minimo IPXXB, adatti per tensioni fino a 750 V. Le viti dovranno essere imperdibili, a serraggio indiretto. Sono assolutamente vietate le giunzioni e/o derivazioni eseguite con attorcigliamento e nastratura.

Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei conduttori e lasciare parti conduttrici scoperte venendo così meno al grado richiesto IPXXB.

Il costruttore del morsetto per ogni tipologia di morsetto fornisce precise indicazioni, in relazione alle sezioni dei vari conduttori, sul numero massimo degli stessi che il morsetto è certificato che possa serrare. Tali indicazioni vanno tassativamente rispettate.

Per quanto concerne la derivazione dei conduttori di protezione nelle varie scatole non è ammesso l'uso di un morsetto a vite quando si supera il numero di 5 conduttori. Oltre tale numero vanno usati morsetti multipli (ad es. Cembre).

I dispositivi di connessione devono essere ubicati nelle cassette, non sono ammesse giunzioni nelle scatole portafrutto ad esclusione di quelle prive di componenti.

L'entra-esce sui morsetti delle prese è ammesso nell'ambito della stessa scatola o, al più, tra due scatole. Non è ammesso oltre due scatole successive.

In presenza di derivazioni interrate queste dovranno essere poste in pozzetti d'ispezione e realizzate con specifiche giunzioni isolate in gel, con grado di protezione minimo IP 66.

## 2.9 CIRCUITI AUSILIARI DI COMANDO E DI SEGNALAZIONE

Ove previsti circuiti ausiliari di comando e di segnalazione a "*bassissima tensione di sicurezza*" (SELV), questi devono essere alimentati da un trasformatore di sicurezza o da altre sorgenti di sicurezza. I circuiti non devono avere alcun punto messo a terra.

Un trasformatore di sicurezza deve essere conforme alla norma CEI 96-2 e portare in targa il relativo simbolo. Se installato in quadro deve avere i morsetti di uscita (SELV) segregati o distanziati, al fine di evitare contatti, con i circuiti a 230 V.

I cavi relativi ai circuiti SELV possono essere installati in tubazioni contenenti cavi a tensione di rete solo se isolati per questa tensione o se il cavo d'energia è a doppio isolamento.

Le derivazioni vanno eseguite in cassette distinte o nella stessa scatola solo se provvista di setto separatore fisso

E' vietato installare apparecchiature alimentate a tensioni diverse nella medesima scatola.

## **2.10 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI LUCE E FM**

### **2.10.1 Indicazioni generali**

In generale si utilizzeranno cavi a doppio isolamento FG16(O)M16 per tutta la distribuzione principali ad esclusione dei percorsi in tubazione sottotraccia dove si potranno impiegare conduttori di tipo FG17.

Per i circuiti di sicurezza si dovranno impiegare esclusivamente cavi resistenti all'incendio.

Nella distribuzione principale i cavi a doppio isolamento verranno posati in canalina in acciaio zincato.

Per la distribuzione secondaria di utilizzeranno le seguenti principali due modalità:

- *condutture incassate nelle pareti/pavimento, realizzate con tubazioni in PVC flessibile e cavi FG17*: sono previste per i circuiti terminali di alimentazione delle apparecchiature incassate a parete (comandi luce e non, prese, ecc.);

- *impianti con condutture in vista*: sono previsti nei locali tecnici, di servizio e per l'alimentazione terminale degli apparecchi nel controsoffitto.

Per quest'ultimi impianti si utilizzeranno a seconda delle situazioni:

- condutture in tubo PVC rigido con cavi FG17 con grado di protezione complessivo dell'impianto non inferiore a IP4X o IP44 a seconda del luogo d'installazione;

- condutture in tubo PVC rigido con cavi multipolari FG16(O)M16 con grado di protezione complessivo dell'impianto non inferiore a IP4X o IP44 a seconda del luogo d'installazione;

Solo per l'alimentazione terminale degli apparecchi posti nel controsoffitto (corpi illuminanti, apparecchiature per riscaldamento/condizionamento, ecc.), e solo a partire dalla limitrofa cassetta di derivazione, si potranno utilizzare cavi a doppio isolamento (ad es. FG16(O)M16 o FTG16(O)M16) senza tubazioni o guaine di protezione (lunghezza max. del percorso 1 m).

Le derivazioni per l'alimentazione di più apparecchi utilizzatori dovranno essere realizzate all'esterno degli apparecchi stessi in apposite cassette di derivazione, si esclude la derivazione di tipo "entra-esci" tra apparecchi illuminanti a meno che gli stessi siano predisposti per tale modalità dal Costruttore.

È consentito il cavallotto tra le prese e tra gli interruttori di una stessa scatola (deviatori, ecc.) solo se questi frutti sono predisposti allo scopo.

Le cassette di transito saranno obbligatorie su tracciati comprendenti curve, in modo che tra due cassette di transito non si riscontrino mai più di una curva o comunque curve con angoli minori di 90°.

Nei tratti in rettilineo le cassette di transito saranno comunque obbligatorie almeno ogni 15 m.

Per ogni locale dovrà essere prevista una cassetta di derivazione posta lungo la dorsale salvo il caso di locali adiacenti o affacciati, nel qual caso si potrà utilizzare un'unica cassetta di derivazione.

Si riporta di seguito un'indicazione sulle modalità di posizionamento delle apparecchiature di uso più comune (n.b. le distanze devono comunque preventivamente essere confermate dalla D.L.).

| <i>Apparecchiatura</i>                    | <i>Altezza dal pavimento o dal piano di calpestio all'asse della scatola (cm)</i> | <i>Distanza dalla porta dell'asse della scatola (cm)</i> |
|---|---|--|
| Comandi luce                              | 90  | 20   |
| Prese                                     | 30  | 20   |
| Pulsante a tirante (sopra vasca o doccia) | >225  | //   |
| Termostati – sonde di temperatura         | 150-160   | 20   |

## **2.11 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **2.11.1 Generalità**

L'impianto è composto dai seguenti elementi principali:

- Moduli fotovoltaici con celle solari in silicio monocristallino ad alta efficienza;
- Protezione contro le sovratensioni per impianti fotovoltaici;
- Sistema di montaggio/fissaggio;
- Inverter DC/AC dotati di sistema MPPT;
- Linea di collegamento all'impianto elettrico completa di eventuali dispositivi di interfaccia;
- Sistema di monitoraggio;
- Cavi solari e tubazioni.

### **2.11.2 Leggi e decreti**

Gli impianti dovranno essere realizzati a "regola d'arte", non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali.

In particolare saranno osservate le leggi, i decreti, e circolari e le norme tecniche di seguito elencate:

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV)
  - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV)
  - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 0- 21 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Delibere AEEG;
- Guida Tecnica Terna Allegato A.70;
- Circ.07/02/12 n°1324 Ministero degli Interni:Guida per l'installazione dei pannelli fotovoltaici.
- Decreto legislativo 3 marzo 2011 , n. 28 :Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003.
- DLgs 199/21 (G.U. n°285 del 30/11/21): Promozione dell'uso dell'energia rinnovabile.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanata da eventuali Enti ed applicabile agli impianti oggetto della presente specifica tecnica anche se non espressamente citate saranno applicate.

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto sarà rispondente alle norme, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso.

I materiali e gli apparecchi ammessi al regime del marchio di qualità, dovranno essere di tipo approvato I.M.Q.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

### **2.11.3 Cavi solari**

Il collegamento fra i moduli per la formazione delle stringhe è realizzato utilizzando i cavi in uscita delle cassette di terminazione con i relativi connettori MC tipo 4 e grado di protezione IP67. Ogni stringa verrà poi collegata all'inverter con conduttori tipo Solar cable H1Z2Z2

Sulla struttura i cavi dovranno essere posati in modo da essere protetti dai raggi U.V. e quindi o nascosti sotto i moduli fissandoli alla struttura o facendoli correre all'interno dei profilati della stessa o posati in tubazione o canale in ferro zincato con coperchio o guaina a doppia parete (gomma interna-ferro esterna).

### **2.11.4 Inverter**

#### *Caratteristiche dei materiali*

I convertitori c.c./c.a. (inverter) utilizzati dovranno essere idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore (grid-connected), in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature dovranno essere compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita dovranno essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Gli inverter dovranno essere dimensionati in modo da consentire il funzionamento ottimale dell'impianto e dovranno possedere almeno 7 anni di garanzia.

Di seguito si riportano le caratteristiche delle macchine previste:

- commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation),
- rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8;
- protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme;

- dispositivi di controllo in grado di far funzionare la macchina nel campo di tensioni e frequenze allargato e con dispositivo LVFRT (insensibilità ai buchi di tensione) secondo quanto previsto dalla normativa;
- dispositivi elettronici per il controllo della potenza immessa in rete secondo quanto previsto dalla normativa;
- conformità marcatura CE;
- dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione accreditato presso il circuito EA;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati di impianto (interfaccia seriale RS485, Web-Server integrato e connessione di rete);
- protezioni elettroniche da cortocircuiti e sovratensioni incorporate;
- varistori in ingresso;
- controllo isolamento;
- separazione galvanica;

|   |                        |
|---|------------------------|
| Distorsione armonica totale corrente AC (THD%): | <2% a potenza nominale |
| Efficienza massima:                             | 98,1%                  |
| Efficienza europea:                             | 98%                    |
| Grado di protezione:                            | IP 65                  |
| Intervallo temperatura operativa:               | -20/60                 |
| Comunicazione:                                  | RS485                  |

#### Modalità di posa

L' Appaltatore dovrà verificare i limiti di tensione all'ingresso dell'inverter in funzione della variazione di temperatura sui moduli fotovoltaici.

Per una corretta installazione degli inverter si dovranno soddisfare le seguenti condizioni di installazione:

- luogo di installazione adeguato al grado di protezione dell'inverter stesso e alle prescrizioni del costruttore;
- in installazioni outdoor, evitare l'esposizione diretta alla luce solare per non causare eccessivi surriscaldamenti ed all'acqua o alle gocce ;
- in installazioni indoor, garantire adeguate condizioni di temperatura e ventilazioni in modo da ottimizzare le prestazioni. In particolare, per verificare la necessità di un sistema di ventilazione forzata, si può fare riferimento al seguente procedimento:

si calcola la potenza dissipata  $P_d = P_{nom} * (1 - \eta_{100})$

dove  $\eta_{100}$  e l'efficienza dell'inverter alla potenza nominale. Quindi si valuta il salto termico tra l'ambiente interno e l'ambiente esterno  $\Delta T = R_{TH} * P_d$  dove  $R_{TH}$  rappresenta la resistenza termica del quadro elettrico. Infine si può ricavare la temperatura interna al quadro elettrico come  $T_{quadro} = T_{amb} + \Delta T$

Se la temperatura ottenuta sarà maggiore della massima temperatura di funzionamento dell'inverter dovrà essere approntato un sistema di ventilazione interno per la rimozione dell'aria calda.

L'inverter andrà posizionato in maniera da assicurare un flusso d'aria adeguato, rispettando le distanze da altri inverter e dalle pareti del locale come indicato dal costruttore.

L'Appaltatore, subito prima del collegamento, dovrà accertarsi che la tensione a circuito aperto proveniente dal generatore FV non superi la tensione di ingresso massima dell'inverter, e che le connessioni dei cavi fotovoltaici avvengano secondo la corretta polarità. Prima dell'avviamento e dell'autotest andranno verificati i collegamenti di messa a terra e la correttezza della connessione lato c.c.

### **2.11.5 Impianto di supervisione e monitoraggio dell'energia**

L'impianto di supervisione e monitoraggio dell'energia sarà costituito da interfacce di comunicazione RS 422- Modbus 485 –TCP interne ad ogni inverter che, attraverso i collegamenti previsti con la rete LAN interna all'edificio, permetteranno di poter visualizzare da qualsiasi dispositivo elettronico ( PC, smartphone, ecc.) tutti i dati produzione e l'andamento di ogni parametro elettrico attraverso un facile e semplice accesso al portale di monitoraggio proprio della casa costruttrice dell'inverter, previo utilizzo di una password.

L'uso di un software gratuito permetterà di memorizzare i dati di produzione giornaliera, mensile, annuale e totale e di elaborarli sotto forma di diagrammi.

Il sistema di supervisione fornirà accesso ai dati dell'impianto fotovoltaico da qualunque posto attraverso una connessione internet e un Pc con un browser.

Il sistema di gestione raccoglierà i dati di ciascun inverter e mostrerà su pagine web tutte le informazioni sia di ogni singolo inverter che di tutto l'impianto; inoltre verrà collegata un'interfaccia sensori con relative apparecchiature (incluse nell'appalto), per ottenere informazioni aggiuntive sulla temperatura ambiente, sulla temperatura dei pannelli e sul livello d'irraggiamento.

Inoltre sarà possibile monitorare i valori di funzionamento specifici ed inviare un allarme se tali valori si discostano da una soglia predeterminata.

### **2.11.6 Dispositivo d'interfaccia utente**

Il dispositivo di interfaccia deve provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica, ma mantenerlo in funzione per certe anomalie di funzionamento della rete.

In particolare, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 0-16, il riconoscimento di eventuali anomalie sulla rete avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che fuoriescono dai limiti di tensione e frequenza di seguito indicati:

- minima tensione: 0,8 Vn
- massima tensione: 1,2 Vn
- minima frequenza: 49,7 Hz (in caso di guasto sulla rete)
- massima frequenza: 50,3 Hz (in caso di guasto sulla rete)
- minima frequenza: 47,5 Hz (in caso di anomalie sulla rete)
- massima frequenza: 51,5 Hz (in caso di anomalie sulla rete)

I valori di tale tarature andranno di volta in volta verificati e concordati con l'ente distributore prima della messa in servizio dell'impianto.

Le funzioni di protezioni del dispositivo di interfaccia sono appositamente certificate da un Ente facente capo alla EA. Esso comprende in un'unica apparecchiatura tutte le protezioni che ogni utente auto produttore deve installare per interrompere il funzionamento in parallelo alla rete di distribuzione pubblica in occasione di guasti o di funzionamenti anomali di quest'ultima.

In tal modo viene impedito che:

- per mancanza di alimentazione dalla rete di distribuzione, l'autoproduttore continui ad alimentare la rete stessa con valori di tensione e frequenza non consentiti;
- in caso di guasto sulla rete di distribuzione l'autoproduttore possa continuare ad alimentare il guasto stesso;
- in caso di richiuse automatiche o manuali di interruttori del Distributore, il generatore possa trovarsi in discordanza di fase con la rete di distribuzione.

In ottemperanza con le disposizioni di Terna deve essere anche previsto un sistema di comunicazione (modem + collegamenti) per l'apertura da remoto del dispositivo di interfaccia. L'alimentazione ausiliaria sarà prelevata da apposita linea 230V derivata da specifico UPS o da altra apparecchiatura (ad es. Lovato art. PMVFUPS01 o app. equiv.) in grado di garantire un'alimentazione ausiliaria che sostenga per almeno 5 sec. la protezione d'interfaccia il tutto in conformità alle norma CEI 0-21 o 0-16.

La protezione d'interfaccia dovrà avere un sistema interno di supervisione del circuito di scatto.

### **2.11.7 Moduli fotovoltaici**

#### *Caratteristiche dei materiali*

I moduli fotovoltaici dovranno essere in silicio monocristallino, di potenza unitaria come indicato negli elaborati di progetto, provati e verificati da laboratori accreditati, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

I moduli dovranno avere le seguenti caratteristiche minime:

- celle: in silicio monocristallino;

- superficie anteriore: lastra di vetro temperato, termicamente precompresso, di spessore tale da resistere alla grandine e consentire la pedonabilità per le opere di manutenzione (Norma CEI/EN 61215 - 2005);
- livello di trasmittenza termica richiesto maggiore del 90%;
- carico di prova testato fino a 5.400 Pa ai sensi della IEC 61215;
- incapsulamento delle celle con foglio sigillante in EVA (acetato vinilietilenico);
- chiusura posteriore: lastra di vetro, o in polivinilfluoruro, Tedlar;
- cornice: lega di alluminio; sigillatura mediante foglio di poliestere – hybrid;
- terminali di uscita: cavo solare precablato a connessione rapida impermeabile tipo MC4 (IP67);
- efficienza del modulo: maggiore del 21,5%
- temperatura: -40 / +90 °C
- tolleranza sulla potenza compresa nel range - 0 / +3%
- presenza di diodi di bypass per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento.
- potenza elettrica nominale in condizioni standard, 1000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM 1,5 come da specifiche indicate nel progetto;
- garanzia sul prodotto: minimo 12 anni
- garanzia sul rendimento dei moduli: degrado annuo non superiore allo 0,5%, potenza nominale pari ad almeno 93,5% dopo 10 anni ed ad almeno all'86% dopo 25 anni
- certificazione del prodotto: IEC 61215, IEC 61730-1/-2
- 25 anni di garanzia sul prodotto, inclusa una garanzia lineare di 25 anni sulle prestazioni
- test di resistenza all'ammoniaca su moduli fotovoltaici: IEC 62716
- test corrosione nebbia salina: IEC 61701
- certificato di prova di conformità alla UNI 9177 con classe di reazione al fuoco: 1
- flash report

Le norme di riferimento principali per i moduli in materia di conformità e qualità sono:

- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- DIN EN 61416: Moduli fotovoltaici a film sottile per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- DIN EN 61730: Moduli fotovoltaici – Qualifiche di sicurezza – Parte 1: Requisiti per il montaggio e Parte 2: Requisiti per la verifica.
- CEI EN 50380: Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

I profilati in alluminio che sosterranno i moduli dovranno essere ancorati alle zavorre in cemento a loro volta appoggiate alla copertura tramite interposto idoneo materiale in grado d'impedire che il peso delle zavorre danneggi la guaina d'impermeabilizzazione del tetto.

Nel complesso comunque il sistema di ancoraggio dovrà garantire un'alta e sicura resistenza rispetto ai possibili carichi dovuti al vento e alla neve (Zona 1).

Il fissaggio dei pannelli dovrà avvenire utilizzando esclusivamente profilati in alluminio estruso e morsetteria di fissaggio in acciaio inox.

Nell'ancoraggio alla copertura si dovrà evitare nella maniera più assoluta di danneggiare gli elementi di impermeabilizzazione della copertura.

Nel rispetto delle prescrizioni del D.Lgs. 199/11 relativamente alla posa dei pannelli su coperture piane la disposizione dei pannelli sarà tale che la quota massima, riferita all'asse mediano dei pannelli, risulti inferiore all'altezza minima del parapetto perimetrale (50 cm).

Per ridurre al minimo le perdite di mismatching dovute alla non uniformità delle prestazioni dei moduli, è importante che i moduli che compongono la stessa stringa siano scelti, in fase di installazione, basandosi sulla massima similitudine dei valori di flash report.

I moduli dovranno essere collegati in serie tramite le scatole di derivazione presenti dietro il telaio, con conduttori ad innesto rapido.

L'installazione dell'impianto fotovoltaico non dovrà creare alcuna interferenza con il sistema di ventilazione dei prodotti della combustione (ostruzione parziale o totale di traslucidi, impedimenti all'apertura degli evacuatori di fumo esistenti).

L'installazione dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato. Tale condizione si ritiene rispettata tramite l'interposizione tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio, di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 ed incombustibile (Classe 0 secondo il DM 26/06/1984 oppure Classe A1 secondo il DM 10/03/2005). Lo strato può essere costituito anche da un solo layer continuo e omogeneo. In ogni caso i moduli, le condutture, gli inverter, i quadri ed altri eventuali apparati non dovranno essere installati nel raggio di 1 m dagli Evacuatori di Fumo e Calore (EFC) o altre aperture dedicate alla veicolazione dell'incendio (lucernari, camini, ecc) o alla ventilazione degli ambienti interni.

Ai fini della prevenzione e riduzione dell'inquinamento i pannelli oltre ad avere la certificazione CE dovranno essere dichiarati conformi alla direttiva RoHS (Restriction of Hazardous Substances).

### **2.11.8 Dispositivo di comando di emergenza**

L'impianto fotovoltaico dovrà, inoltre, essere provvisto di un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile, che determini il sezionamento e la completa messa fuori tensione dell'impianto elettrico, associato al fotovoltaico, presente all'interno del fabbricato.

Il dispositivo di comando di emergenza dovrà essere ubicato in posizione segnalata ed accessibile agli operatori di soccorso.

### **2.11.9 Cartellonistica**

In corrispondenza di tutti i varchi di accesso del fabbricato, dovrà essere installata l'apposita cartellonistica conforme al D.Lgs. 81/2008. La predetta cartellonistica dovrà riportare la seguente dicitura:



La predetta segnaletica, resistente ai raggi ultravioletti, dovrà inoltre essere installata ogni 10 m per i tratti di conduttura (canaline).

Tutti i quadri e le scatole dell'impianto fotovoltaico, lato c.c., devono riportare un avviso che indichi la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter. In corrispondenza (CEI 64-8 art. 712.536.2.2.5.1) dell'interruttore generale dell'impianto utilizzatore deve essere collocato un avviso che segnali la presenza della doppia sorgente di alimentazione (rete pubblica e generatore fotovoltaico) (CEI 82-25 art. 6.2).

### **2.11.10 Verifica tecnico-funzionale impianto fotovoltaico**

La verifica tecnico-funzionale dell'impianto a cura dell'Installatore consisterà nel verificare il rispetto delle prescrizioni di progetto ed inoltre:

#### Esame a vista

##### *Moduli*

- idoneità fissaggio dei moduli e delle strutture di sostegno;
- presenza di crepe, penetrazione di umidità, ecc;
- integrità dei collegamenti di terra;
- idoneità targhe e marcature
- la continuità elettrica e le connessioni tra moduli;

##### *Cavi*

- tipo di cavo e modalità di posa;
- identificazione dei circuiti;

##### *Quadri*

- grado di protezione idoneo all'installazione;
- idoneità delle apparecchiature al funzionamento in c.c. per la tensione del sistema;
- morsetti: idoneità e serraggio;
- idoneità targhe ed apparecchiature;

##### *Inverter*

- corretta installazione;
- segnalazione di corretto funzionamento;

- idoneità dei collegamenti alle stringhe o ai quadri intermedi;
- idoneità ventilazione;
- idoneità targhe ed apparecchiature.
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

#### Misure e prove funzionali

- Verifica verbali con misura delle correnti e tensioni di stringa e d'isolamento dei circuiti (poiché la prova va eseguita prima della messa in funzione dell'impianto l'Appaltatore dovrà produrre, all'atto del collaudo, idoneo verbale firmato riportante i valori effettuati);
- arresto inverter e sgancio interfaccia per mancanza rete primaria e conseguente ripristino dell'impianto fotovoltaico al ritorno della tensione di rete;
- funzionamento sganci d'emergenza per attivazione pulsanti d'emergenza;
- misure della potenza prodotta con verifica della condizione:  $P_{cc} > 0,85 P_{nom} I / ISTC$ ,  
ove:
  - $P_{cc}$  è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;
  - $P_{nom}$  è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;
  - $I$  è l'irraggiamento (in W/m<sup>2</sup>) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3% (classe 1°);
  - ISTC, pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, è l'irraggiamento in condizioni standard;

e della condizione:  $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$

ove:

- $P_{ca}$  è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;

e della condizione:  $P_{ca} > 0,75 P_{nom} I / ISTC$ .

Prima di eseguire le misure si consigliano i seguenti controlli:

- verificare che ci siano condizioni di irraggiamento stabili e che non ci siano nuvole bianche in un cono di 60° di apertura intorno al sole che possano rendere instabili le misure di radiazione solare;
- evitare di fare verifiche tecniche-funzionali nelle ore più calde (in estate i moduli fotovoltaici possono raggiungere i 60°C e di conseguenza lavorare ad efficienza più bassa);
- evitare di fare verifiche tecniche-funzionali nelle giornate afose il contenuto di umidità nell'aria determina una componente di radiazione diffusa più elevata e di conseguenza un rendimento del campo fotovoltaico più basso;
- allineare il sensore di radiazione al piano moduli e posizionarlo vicino alla falda del campo fotovoltaico;
- verificare che ci sia una radiazione almeno di 700 W/m<sup>2</sup>;

- fare un esame visivo del corretto funzionamento dei moduli, degli inverter, dei quadri elettrici, dei cavi e dei loro passaggi;
- verificare la pulizia dei moduli, che non ci siano celle oscurate da sporcizie varie (calcinacci, escrementi di volatili etc.) o ombreggiamenti sistematici causati da costruzioni circostanti.

## **2.12 IMPIANTO DI TERRA E DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI**

### **2.12.1 Impianto di terra**

L'impianto di terra dovrà essere eseguito in modo tale da realizzare, coordinato con i dispositivi automatici di protezione, la "protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione" così come definita dalla Norma CEI 64-8.

L'impianto deve essere costituito dai seguenti elementi: dispersori, conduttori di terra, collettori di terra; conduttori di protezione, conduttori equipotenziali principali e, se richiesto, supplementari.

#### ***Dispersore***

L'impianto di dispersione dovrà essere realizzato con un dispersore in corda di rame nuda sez.35 mmq interrata così come indicato nei disegni e collegata ai ferri dei cementi armati in più punti con particolare riferimento ai pilastri principali della struttura.

Per garantire l'ispezionabilità dei punti di raccordo fra calate e dispersore si dovranno sempre prevedere opportuni pozzetti, segnalati da appositi cartelli.

L'Installatore dovrà sempre verificare e garantire, prima della messa in servizio degli impianti, che il valore della resistenza di terra misurata sia coordinata:

- con le modalità d'intervento delle protezioni automatiche;
- con il valore della corrente di guasto a terra sul lato MT e con il tempo di eliminazione del guasto.

Nella realizzazione l'Installatore dovrà inoltre operare in modo di garantire che l'efficienza dell'impianto di terra si mantenga nel tempo e di ridurre al minimo i danni che, per effetto elettrolitico, l'impianto può arrecare ad altre parti metalliche prossime al dispersore.

Le giunzioni fra i vari elementi devono essere ridotte al minimo ed eseguite con idonei morsetti (preferibilmente quelli che non impongono il taglio del conduttore principale).

Le connessioni soggette a corrosione vanno protette con verniciatura o catramatura o nastratura e si devono utilizzare componenti dello stesso materiale dei dispersori o con questi compatibili (ad esempio morsetto in ottone o acciaio stagnato per giunzioni rame – acciaio zincato).

#### ***Conduttore di terra***

Dovrà essere isolato, protetto da tubazione e di sezione pari a quella indicata a progetto e dalla norma.

### ***Collettori di terra***

Il loro numero dovrà essere valutato in funzione dell'estensione dell'impianto.

Preferibilmente i collettori dovranno essere realizzati con una barra di rame stagnato da porre in genere in prossimità dei quadri elettrici.

Ai collettori devono essere collegate, oltre al conduttore di intercollegamento, i conduttori di protezione e quelli equipotenziali.

Sul collettore principale dovrà essere attestato anche il conduttore di terra.

Tutti i conduttori dovranno essere contraddistinti ed identificabili tramite l'apposizione di opportune targhette imperdibili.

Dovranno poi essere facilmente accessibili per le verifiche.

### ***Conduttori di protezione***

La loro sezione minima deve essere pari a quella dei conduttori di fase fino a sezioni pari a 16 mmq; pari a 16 mmq per conduttori di fase fino a 35 mmq e pari alla loro metà per sezioni superiori.

### ***Conduttori equipotenziali principali***

La loro sezione minima deve essere pari a 6 mmq.

Tutte le masse estranee (ad esempio tubazioni metalliche acqua, riscaldamento, serbatoi metallici interrati ecc.) devono essere collegate all'impianto di terra.

### ***Collegamenti equipotenziali supplementari***

Vanno eseguiti nei seguenti ambienti: locali con doccia qualora le tubazioni idrauliche presenti siano di tipo metallico.

Per tali collegamenti si devono usare conduttori giallo/verdi di sezione 2,5 mmq se protetti meccanicamente o 4 mmq se direttamente incassati.

Per evitare fenomeni di corrosione vanno utilizzati collari in ottone nichelato per tubazioni in rame o in acciaio inox se in acciaio zincato.

## **2.13 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI E FINALI**

Durante le varie fasi delle lavorazioni la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire le verifiche che riterrà più opportune. L'Appaltatore dovrà garantire la massima collaborazione, fornire tutta la strumentazione, documentazione ed il personale necessario al fine del perfetto espletamento delle operazioni di controllo pena la non accettazione da parte della Direzione Lavori delle apparecchiature e/o degli impianti sotto esame.

### **VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI**

#### **Generalità**

Le operazioni consisteranno nella verifica qualitativa e quantitativa dei materiali e nelle prove di funzionamento delle singole apparecchiature sia in corso d'opera che al termine dei lavori.

### Verifiche in officina

Verranno effettuate alla presenza di responsabili della D.L. e avranno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti. I responsabili della D.L. dovranno godere di libero accesso alle officine dell'Appaltatore e dei suoi subfornitori. Le verifiche in officina interesseranno principalmente l'assemblaggio di parti di impianto prefabbricate.

### Prove in loco

Verranno effettuate dall'Appaltatore alla presenza della D.L. sugli impianti completi o parti di essi.

Le prove dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI ed a tutto quanto espresso nelle prescrizioni generali e in quelle particolari di capitolato, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che della loro installazione.

Numero, tipologia e durata delle prove verranno stabilite, a insindacabile giudizio, dalla Direzione lavori e/o dalla Committenza.

Le verifiche verranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dall'Appaltatore. Per tale onere non è previsto alcun compenso.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove imperfezioni di qualsiasi genere relative ai materiali impiegati od all'esecuzione, prescriverà con appositi ordini di servizio i lavori che l'impresa dovrà eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali, e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato, con successive verifiche e prove, che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redigerà il verbale delle prove facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

## **VERIFICA FINALE**

### Generalità

A opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente articolo, la Direzione lavori procederà, in contraddittorio con la Ditta esecutrice, alle verifiche e prove finali e di funzionamento, intese ad accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione

e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel presente capitolato speciale, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso o nel corso dell'esecuzione dei lavori.

I collaudi verranno eseguiti a valle della raccolta e verifica della seguente documentazione:

- dichiarazione di conformità di tutti gli impianti eseguiti e relativi allegati obbligatori, a cura dell'Appaltatore;
- documenti "as built" in duplice copia (redatti e firmati da tecnico abilitato nominato dall'Impresa) e manuali di manutenzione degli impianti installati;
- verbali delle verifiche finali, redatte e firmate dall'Appaltatore, attestanti l'esito positivo di tutte le prove eseguite, con opportune schede di prova con indicanti i valori e/o gli esiti riscontrati;
- certificazioni di qualità nonché i verbali delle prove eventualmente effettuate relativamente ai materiali utilizzati;
- rapporti periodici del Direttore dei Lavori e tutti gli altri eventuali atti disponibili che possano essere utili alle operazioni di collaudo.

In base alle Norme le prove si suddivideranno nelle seguenti parti:

- esami a vista che, avvalendosi della documentazione "as built", accertino che: i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza e di capitolato; siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa; siano integri in modo da non compromettere la sicurezza; funzionino correttamente;
- prove e misure per accertare la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore;
- prove di funzionalità dei vari impianti con controllo che le prestazioni richieste sia in sede di progetto che in sede d'esecuzione dei lavori dalla DL e/o dalla Committenza siano pienamente soddisfatte.

Tali verifiche verranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dell'Appaltatore.

Gli oneri per queste prove sono a carico dell'Appaltatore.

Si intende che, nonostante l'esito favorevole di esse, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

Al termine delle operazioni di collaudo verrà redatto un verbale in cui saranno raffrontati i dati di fatto risultanti dal processo di visita con i dati di progetto, e nel quale potrà essere esposto quanto segue:

- descrizione delle opere oggetto di collaudo;
- rispondenza delle opere oggetto di collaudo alle prestazioni richieste dalle specifiche contrattuali e dalle disposizioni legislativo-normative vigenti;

- descrizione delle modalità utilizzate per le verifiche strumentali effettuate unitamente al confronto tra i risultati ottenuti ed i riferimenti contrattuali, normativi e legislativi del caso;
- descrizione degli strumenti di misura utilizzati: costruttore, modello, classe di precisione, risoluzione e relativi certificati di taratura rilasciati da enti abilitati o autocertificati dal collaudatore con indicazione, comunque, dell'ente che ha effettuato la taratura, della classe di precisione dello strumento e della data di taratura; si precisa che tutti gli oneri delle prove strumentali (noleggio strumenti, costo dei tecnici, predisposizioni di cantiere, ecc.) saranno a carico dell' Appaltatore Cliente.
- riscontro di eventuali difetti e/o mancanze che pregiudichino la collaudabilità delle opere in tutto o in parte;
- prescrizione delle lavorazioni da eseguire per eliminare eventuali difetti e/o mancanze con i relativi tempi d'esecuzione concessi;
- riscontro della regolare possibilità di esercizio e di manutenzione ordinaria degli impianti in carico;
- risultati delle visite ispettive finali per la verifica dei rimedi messi in atto al fine di eliminare le eventuali anomalie riscontrate.