

<b>1 QUALITA' DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE.....</b>	<b>5</b>
<b>2 INFORMAZIONE GENERALE IMPIANTI .....</b>	<b>6</b>
<b>3 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
<b>4 QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
4.1 GENERATORE TERMICO MODULARE .....	7
4.2 REGOLAZIONE CLIMATICA.....	8
4.3 IMPIANTO DI CONTABILIZZAZIONE .....	10
4.3.1 Box Contabilizzatori .....	10
4.3.2 contabilizzatore elettronico .....	10
4.3.3 Defangatore .....	10
4.4 IMPIANTO SOLARE TERMICO .....	10
4.4.1 Collettore Piano.....	10
4.4.2 Bollitore .....	11
4.4.3 Miscelatore termostatico .....	12
4.5 ELETTOPOMPE CENTRIFUGHE .....	12
4.5.1 Pompe .....	12
4.5.2 Accessori.....	13
4.6 TUBAZIONI .....	14
4.6.1 TUBAZIONI IN ACCIAIO .....	14
4.6.2 Raccordi.....	15
4.6.3 Sfiati, drenaggi e presa campioni .....	15
4.6.4 Staffaggi.....	15
4.6.5 Curve, raccordi e pezzi speciali.....	15
4.6.6 Giunzioni e raccordi .....	15
4.6.7 Tubazioni composita metallo plastica (multistrato) .....	16
4.6.9 Raccordi Press - Fitting.....	17
4.6.10 Tubazioni in polipropilene.....	17
4.6.11 Raccordi Tubi in Polipropilene .....	18

4.6.12 Tubazioni di scarico insonorizzate secondo il DPCM 5/12/1997 .....	18
4.7 VALVOLE ED ACCESSORI PER TUBAZIONI .....	18
4.7.1 Valvole: .....	18
4.7.2 Valvole a flusso avviato .....	19
4.7.3 Valvole di ritegno.....	19
4.7.4 Valvole a sfera .....	19
4.8 COIBENTAZIONE TUBAZIONI .....	20
4.8.1 Finitura .....	21
4.9 CORPI SCALDANTI .....	21
4.10 IMPIANTO DI ADDUZIONE GAS COMBUSTIBILE PER GENERATORI DI CALORE.....	21
4.10.1 Tubazioni.....	21
4.10.2 Giunzioni.....	22
4.10.3 Tubi in rame preisolato per gas.....	22
4.10.4 Giunto dielettrico .....	22
4.10.3 Valvole di intercettazione .....	22
4.11 IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	23
4.11.1 Moduli Fotovoltaici .....	23
4.11.2 Inverter.....	23
4.11.3 Quadro di sezionamento e protezione in C.C. ....	24
4.11.4 Limitatore di sovratensione (SPD) .....	25
4.11.5 Quadro di sezionamento e protezione in C.A. ....	25
4.11.6 Blocco differenziale.....	26
4.11.7 Cablaggio elettrico .....	27
4.12 UNITÀ DI RECUPERO ACQUE GRIGIE.....	27
4.13 SISTEMA DI RECUPERO ACQUE CHIARE.....	28
4.14 GRUPPO DI SOLLEVAMENTO ACQUA .....	30
4.14.1 Collegamenti Esterni Active Driver 1 .....	31
4.15 SILENZIATORE PER FORI DI VENTILAZIONE .....	31

4.16 CANNA FUMARIA .....	33
4.17 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI .....	33
4.18 ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI.....	35
4.20 TUBAZIONI DI PROTEZIONE DEI CAVI.....	40
4.21 QUADRI ELETTRICI .....	41
4.21.1 Quadro generale .....	42
4.21.2 Quadri secondari di distribuzione .....	42
4.21.3 Quadri di reparto, di zona o di piano .....	43
4.21.4 Quadri locali tecnologici .....	43
4.21.5 Quadri speciali (es. centrale termica ecc.).....	43
4.21.6 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione .....	44
4.22 CASSETTE DI DERIVAZIONE .....	45
4.22.1 GIUNZIONI .....	46
4.22.2 SUPPORTO, FRUTTO E PLACCA.....	46
4.22.3 Impianto di terra .....	47
4.23 IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE .....	52
4.24 POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI .....	54
4.25 IMPIANTI DI SEGNALAZIONE COMUNI PER USI CIVILI ALL'INTERNO DI FABBRICATI.....	58
4.26 IMPIANTI DI PORTIERE ELETTRICO .....	59
4.27 IMPIANTI DI CITOFONI .....	59
4.28 PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO TELEFONICO .....	61
4.29 IMPIANTI SPECIALI IN LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE .....	61
4.30 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI .....	61
4.31 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE CONTRO LE SOVRACORRENTI E I CORTO CIRCUITI.....	62
4.32 VERIFICHE DELL'IMPIANTO ELETTRICO .....	62
4.33 ESAME A VISTA .....	63
4.34 PROVE DI VERIFICA E CONTROLLI .....	71
4.35 CALCOLI DI CONTROLLO.....	74
4.36 VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE.....	75

4.36.1 ESAME A VISTA.....	75
4.36.2 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE INTERNA.....	75
4.36.3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	77
<b>5 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI.....</b>	<b>78</b>
5.1 QUADRI ELETTRICI RELATIVI ALLE CENTRALI, TUBI PROTETTIVI, ECC.....	78
5.2 CANALIZZAZIONI E CAVI.....	78
5.3 APPARECCHIATURE IN GENERALE E QUADRI ELETTRICI.....	79
5.4 OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI.....	80

## 1 QUALITA' DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

### Prescrizione Generiche

I materiali occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate dovranno presentare i requisiti prescritti per ognuno dal presente disciplinare salvo il caso che nel disciplinare stesso siano indicati i luoghi da cui debbano prendersi alcuni dei materiali medesimi.

Essi dovranno essere lavorati secondo le migliori regole dell'arte e forniti, per quanto possa essere di competenza dell'impresa, in tempo debito per assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

A ben precisare la natura delle provviste di materiali occorrenti alla esecuzione delle opere la direzione dei lavori potrà richiedere che l'impresa presenti, per le principali provviste, un certo numero di campioni da sottoporre alla scelta ed all'approvazione della direzione stessa, la quale, dopo averli sottoposti alle prove prescritte, giudicherà sulla loro forma, qualità e lavorazione e determinerà in conseguenza del modello su cui dovrà esattamente uniformarsi l'impresa per l'intera provvista.

La direzione lavori ha facoltà di prescrivere la qualità di materiali che debbonsi impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente disciplinare e nell'elenco prezzi unitari.

I campioni rifiutati dovranno immediatamente ed a spesa esclusiva dell'impresa asportarsi dal cantiere e l'impresa sarà tenuta a surrogarli senza che ciò possa darle pretesto alcuno a prolungo del tempo fissato per l'ultimazione dei lavori.

Anche i materiali ammessi al cantiere non si intendono perciò solo accettati e la facoltà di rifiutarli persisterà anche dopo la loro collocazione in opera qualora non risultassero corrispondenti alle prescrizioni del disciplinare.

L'appaltatore dovrà demolire e rifare a sue spese e rischio i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione o protesta.

In merito alla eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dal disciplinare, verrà deciso secondo la procedura stabilita dal disciplinare medesimo.

Allorchè il direttore dei lavori presuma che esistano difetti di costruzione, esso potrà ordinare le necessarie verifiche.

Le spese relative saranno a carico dell'appaltatore quando siano constatati vizi di costruzione. Riconosciuto che non vi siano difetti di costruzione, l'appaltatore avrà diritto al solo rimborso delle spese effettive sostenute per le verifiche, escluso qualsiasi indennizzo o compenso.

## 2 INFORMAZIONE GENERALE IMPIANTI

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, delle specifiche del presente disciplinare o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia. Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dalla Direzione dei Lavori non pregiudica i diritti che l'Appaltatore si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti.

Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere murarie relative, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente disciplinare, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo ed ogni altra anomalia segnalata dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'Appaltatore.

## 3 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente disciplinare o degli altri atti contrattuali.

Tutti gli approvvigionamenti afferenti il cantiere dovranno essere corredati del certificato del produttore attestante le caratteristiche del materiale per verificarne l'idoneità e la corrispondenza ai requisiti prescritti.

Tale documentazione unitamente al Documento di Trasporto, dovrà essere consegnata in copia alla Direzione Lavori entro 3 giorni dalla consegna in cantiere. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Disciplinare Generale, norme EN, U.N.I., C.N.R., V.V.F., , Ex. I.S.P.E.S.L., A.S.L., REGOLAMENTO COMUNALE, etc..

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne

sia riconosciuta l' idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente Disciplinare o dalla Direzione Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme del C.N.R., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione Lavori. Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo per avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Tutte le forniture, i materiali e le categorie di lavoro sono soggetti all'approvazione della Direzione lavori che ha facoltà insindacabile di richiedere la sostituzione o il rifacimento totale o parziale del lavoro eseguito; in questo caso l'Appaltatore dovrà provvedere con immediatezza a sue spese, all'esecuzione di tali richieste, eliminando inoltre, sempre a suo carico, gli eventuali danni causati.

Le forniture non accettate, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che il Committente si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

## 4 QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 Generatore Termico Modulare

Generatore pensile modulare a condensazione a camera aperta e tiraggio forzato tipo B23 da 50 kW (43,000 kcal/h) ad alto rendimento ( $\eta > 90 + 2 \cdot \log P_n$ ) in conformità al D.Lgs 192/05 e s.m.i.. Il generatore sarà composto da:

- *Sistema di combustione a premiscelazione totale con bruciatore cilindrico multigas in acciaio;*
- *Scambiatore primario gas/acqua a doppio serpentino realizzato in acciaio inox;*
- *Camera di combustione in acciaio inox isolata internamente con pannelli ceramici;*
- *Ventilatore per l'evacuazione dei fumi a velocità variabile elettronicamente;*

- Circuito per lo smaltimento della condensa comprensivo di sifone e tubo flessibile di scarico;
- Gruppo idraulico composto da collettore di mandata, pressostato circuito primario, pompa di circolazione comprensivo di valvola sfogo aria automatica;
- Valvola sicurezza impianto a 4 bar (omologata ISPESL) ed imbuto di scarico di serie, manometro impianto riscaldamento;
- Termostato di sicurezza sovratemperatura;
- Cruscotto dotato di scheda elettronica a microprocessore con modulazione continua di fiamma sul riscaldamento con controllo P.I.D., campo di modulazione da 10,0 a 50,0 kW;
- Sonda di regolazione sulla mandata e sul ritorno impianto;
- Temperatura di mandata riscaldamento con impostazione di fabbrica da 20 a 85°C;
- Gestione caldaia e sistema di autodiagnosi con visualizzazione digitale tramite display sempre in vista;
- Grado di isolamento elettrico IPX5D;
- Predisposizione per il collegamento del Regolatore di cascata e zone e della sonda esterna;
- Predisposizione per il collegamento ad una valvola 3-vie esterna per l'abbinamento ad una unità bollitore separata per la produzione di acqua calda sanitaria;
- Predisposizione per il funzionamento in cascata (fino a 3 generatori);
- Predisposizione per l'installazione del tronchetto di sicurezza omologato ex. ISPESL;
- Abbinabile al sistema per intubamento Ø 80 mm flessibile;

La massima potenza sonora emessa durante il funzionamento della caldaia dovrà essere < 55dBA.

I moduli termici dovranno essere completi di collettore idraulico n°2 caldaie in batteria comprensivo di 2 valvole di intercettazione a 2-vie e di 2 valvole di intercettazione a 3-vie.

Alla fine dell'ultimo modulo termico verranno installate le sicurezze ex. ISPESL per caldaie in batteria completo di:

- Termometro
- Pozzetto portatermometro
- Termostato di blocco a riarmo manuale
- Rubinetto portamanometro
- Pressostato di blocco a riarmo manuale
- Valvola di sicurezza
- Vaso di espansione a membrana
- Pozzetto per valvola intercettazione combustibile + V.I.C.
- Manometro con riccio ammortizzatore

## 4.2 Regolazione climatica

I moduli saranno dotati di un kit Regolatore di cascata e zone che permetterà di gestire, controllare e programmare la sequenza di funzionamento dei generatori collegati. La programmazione avverrà tramite parametri che consentono di garantire condizioni di temperatura e gestione della centrale termica in maniera ideale.

Il regolatore di cascata verrà incassato all'interno di un supporto che ne consentirà il fissaggio a parete. Sarà allacciato elettricamente alla rete 230Vac 50Hz (Ø 1,5 mm).

L'allacciamento alla caldaia avverrà con 2 cavi dati BUS schermati con lunghezza massima di 50 metri e consentirà di:

- *gestire fino ad 8 generatori in cascata, tre zone sull'impianto (di cui 2 eventualmente miscelate) ed un'unità bollitore separata;*
- *impostare due valori di temperatura ambiente: uno per il giorno (temp. comfort) e una per la notte (temp. ridotta);*
- *gestire la temperatura dell'acqua sanitaria (in abbinamento ad un'unità bollitore);  
selezionare le modalità di funzionamento per il riscaldamento e sanitario per ogni singolo circuito idraulico: funzionamento temperatura comfort, temperatura ridotta, temperatura antigelo regolabile;*
- *gestire la temperatura di mandata di caldaia in funzione della temperatura esterna (in abbinamento a sonda esterna) con impostazione della curva climatica;*
- *ottenere informazione sull'impianto: temperatura dell'impianto, modalità di funzionamento, dati dei contatori, programma timer, stato funzionamento pompe, funzionamento e valori degli ingressi variabili;*
- *impostare i parametri di funzionamento: orari di funzionamento, modalità impianto, acqua sanitario, circuito diretto, miscelato 1, miscelato 2, data e orario;*
- *visualizzare sul display, tramite sistema di autodiagnosi, eventuali anomalie di funzionamento con codici errori;*
- *visualizzare sul display, data, ora, giorno della settimana e la temperatura del generatore;*
- *impostare la funzione antilegionella in base al giorno, ora e temperatura acqua calda sanitaria;*

Gestisce inoltre un'impianto solare costituito da: sonda pannelli, sonda bollitore e gruppo di circolazione.

Nella regolazione sarà compresa una Valvola miscelatrice a farfalla, a tre vie, con comando manuale. Serie pesante. Attacchi filettati, corpo e rotore in ghisa. Coperchio in alluminio. Leva in PA66GF30. Tenute in EPDM. Fluidi di impiego acqua, soluzioni glicolate. Massima percentuale di glicole 30%. Campo di temperatura 2÷110°C. Pressione massima d'esercizio 6 bar. Completa di Servocomando per valvole miscelatrici. Regolazione di tipo "a tre punti". Alimentazione 230 V (ac) o 24 V (ac).

Assorbimento 3 VA (3/4"÷1 1/2"), 4,5 VA (2"÷5"). Coppia di spunto dinamico 35 N·m (2"÷5"). Tempo di manovra 180 s (2"÷5"). Grado di protezione IP 42. Temperatura ambiente massima 55°C. Corredato di microinterruttore ausiliario, portata contatti 10 (2) A - 250 V (ac) (3/4"÷1 1/2"),

### **4.3 Impianto di Contabilizzazione**

#### **4.3.1 Box Contabilizzatori**

Box contabilizzatore da incasso colore bianco RAL 9010. Alloggia al suo interno tutti i kit idraulici e di contabilizzazione per l'impianto termico dell'abitazione e per l'acqua sanitaria calda e fredda.

Sarà costituito da una scatola da incasso, comprensiva di 4 tubi in rame e relativi rubinetti di intercettazione.

All'interno del Box sarà possibile inserire anche i kit contaltri.

#### **4.3.2 contabilizzatore elettronico**

Sarà idoneo per gestire circuiti con fluido caldo e comprensivo di valvola 3-vie motorizzata e spinotti per il collegamento di un termostato ambiente. Marcatura CE e certificazione M.I.D. relativa al contabilizzatore di energia. Completo di contatore acqua calda sanitaria prelevata dall'unità bollitore centralizzata.

#### **4.3.3 Defangatore**

Defangatore con attacchi per tubazioni orizzontali 3/4" F (da 3/4" a 2"). Attacco superiore 1/2" F (con tappo). Scarico con portagomma. Corpo e camera di accumulo in ottone. Elemento interno PA66G30. Tenute idrauliche in EPDM. Valvola di scarico in ottone. Fluidi d'impiego acqua e soluzioni glicolate non pericolose escluse dal campo di applicazione della direttiva 67/548/CE; massima percentuale di glicole 50%. Pressione massima di esercizio 10 bar. Campo di temperatura di esercizio 0÷110°C. Capacità separazione particelle fino a 5 µm. Brevettato.

### **4.4 Impianto Solare Termico**

#### **4.4.1 Collettore Piano**

Pannello Piano a 4 attacchi realizzato in conformità alla UNI EN 12975. Sarà costituito da uno speciale vetro temprato (spessore 4 mm) ad alta trasmissione solare, assorbitore altamente selettivo ed isolamento con lana minerale (spessore 40 mm). Alta resistenza alle condizioni atmosferiche, involucro di contenimento in alluminio, ottima maneggevolezza grazie al peso contenuto.

• <i>Superficie lorda</i>	2,515 m <sup>2</sup>
• <i>Superficie di apertura</i>	2,31 m <sup>2</sup>
• <i>Diametro attacchi di collegamento</i>	22 mm
• <i>Massima pressione di esercizio</i>	10 bar
• <i>Massima temperatura di stagnazione</i>	234 °C
• $\eta_0 = 0,72$ (rif. superficie di apertura), in accordo alla UNI EN 12975	
• <i>Capacità termica</i>	5,28 Ceff
• <i>Isolamento lana minerale</i>	(spessore 50mm)
• <i>Volume di fluido nel collettore</i>	1,7 litri
• <i>Peso collettore vuoto</i>	42 kg

Sarà compresa la raccorderia per collegare tubi Ø 18 in rame oppure DN 16 e DN 20 in acciaio flex, saranno inoltre compresi 2 tappi per la chiusura degli attacchi non utilizzati.

Gruppo solare di circolazione doppio a portata maggiorata (2÷15 l/min) comprende:

- *pompa di circolazione*
- *valvola di sicurezza 6 bar*
- *manometro 0-10 bar*
- *valvola unidirezionale a sfera, termometro e connessione al gruppo di sicurezza*
- *valvola a sfera con sensore di temperatura*
- *regolatore di portata 2÷15 l/min*
- • *attacco per vaso espansione*
- *rubinetto di riempimento*
- *rubinetto di scarico*
- *coibentazione*
- *separatori dell'aria con sfiato*

Collegamenti idraulici 1”

Tensione di alimentazione 230 V ~

#### **4.4.2 Bollitore**

Unità Bollitore in acciaio vetrificato per produzione acqua calda sanitaria centralizzata caratterizzato da trattamento interno con smalto porcellanato.

Alta resistenza all'acqua, al vapore e alla corrosione.

Garantisce l'inalterabilità delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua sanitaria.

Completo di:

- *2 scambiatori acqua/acqua avvolti a spirale*
- *Flangia di ispezione nella parte inferiore*
- *2 portasonda*

- Sonda NTC per collegamento caldaia
- Rubinetto di svuotamento boiler
- Termometro e sonda termometro
- Anodo di magnesio
- Isolamento rigido composto da cospelle di poliuretano autoestinguente (PU) smontabili
- Peso a pieno 1188 Kg
- Dimensioni H 2.000mm Ø esterno 900mm

Il bollitore dovrà essere completo di:

- valvola miscelatrice termostatica
- Range di regolazione in uscita 42°C - 60°C
- Collegamenti idraulici 1 ¼"
- Temperatura max in ingresso 90°C
- Vaso di espansione da 80 litri

#### **4.4.3 Miscelatore termostatico**

Miscelatore termostatico regolabile con cartuccia intercambiabile. Attacchi M a bocchettone. Corpo in ottone. Cromato. Cartuccia e otturatore in ottone. Molle in acciaio inox. Completo di valvole di ritegno agli ingressi. Tenute in EPDM. Temperatura max 85°C. Campo di regolazione da 30°C a 65°C. Pressione max d'esercizio (statica) 14 bar. Pressione max d'esercizio (dinamica) 5 bar. Precisione  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Dotato di bloccaggio antimanomissione della temperatura.

#### **4.5 Elettropompe Centrifughe**

Le elettropompe, di tipo gemellare, saranno monoblocco ad asse verticale od orizzontale atte all'installazione diretta sulla tubazione (on line), così come appare dagli schemi e dal computo metrico allegati e saranno fornite complete di controflange, guarnizioni, tiranti e bulloni se con attacchi a flangia, con bocchettoni a tre pezzi se con attacchi filettati.

Le elettropompe saranno atte al servizio in bassa pressione del circuito acqua calda:

- temperatura di esercizio e 50 - 90 ° C.

##### **4.5.1 Pompe**

Saranno costituite da coclea in ghisa, girante in acciaio inox, staticamente e dinamicamente equilibrata, flange e controflange di collegamento, guarnizioni, tiranti, bulloni e premistoppa.

La velocità massima dell'acqua sull'aspirazione non supererà i 3 m/s.

Corpo e flange dovranno essere realizzati in ghisa o in acciaio inox, mentre albero e girante in acciaio

inox .

Il motore dovrà essere del tipo asincrono trifase normalizzato a gabbia di scoiattolo cassa chiusa e ventilazione esterna ed, inoltre, dovrà essere a velocità variabile con inverter e pannello di controllo a pulsanti.

Le pompe saranno progettate e costruite per servizio continuo a pieno carico: 4.500 ore/anno.

#### **4.5.2 Accessori**

Ogni elettropompa sarà corredata di organi di intercettazione in mandata ed in aspirazione, valvole di ritegno sulla mandata, termometri sulla mandata, idrometri sulla mandata e sull'aspirazione.

##### **4.5.2.1 Coibentazione e protezione**

Le elettropompe saranno complete di rivestimento coibente nella parte contenente il fluido stesso (corpo pompa) realizzato con le stesse modalità e finiture espresse nella specifica tecnica relativa al rivestimento coibente delle tubazioni.

##### **4.5.2.2 Vasi D'espansione**

Vaso d'espansione chiuso con membrana atossica per impianti idrosanitari, costruito per capacità fino a 25 litri, con certificato di collaudo dell'ISPESL per capacità oltre i 25 litri e completo di valvola di sicurezza e manometro, pressione massima d'esercizio non inferiore a 8 bar e capacità di litri 5-8-16-24-100-200.

##### **4.5.2.3 Valvole a flusso avviato**

Le valvole a flusso avviato potranno essere utilizzate sia come organi di intercettazione, sia come organi di regolazione a taratura fissa; la medesima valvola potrà svolgere uno solo dei due compiti descritti.

Le valvole saranno del tipo "esente manutenzione" ed a "tenuta morbida", a sede piana con tenuta sull'albero mediante anello "o-ring", asta in acciaio inox, tappo in gomma EPDM, corpo e in ghisa, complete di controflange , guarnizioni e bulloni.

##### **4.5.2.4 Valvole di ritegno**

Nelle tubazioni orizzontali ed oblique le eventuali valvole di ritegno saranno del tipo a clapet con battente a snodo centrale.

Nelle tubazioni verticali saranno installate valvole intermedie del tipo ad otturatore conico, a profilo idrodinamico con chiusura a gravita'.

Qualora espressamente richiesto (per motivi di spazio) potranno essere installate valvole di ritegno del tipo "a disco".

##### **4.5.2.5 Valvole a sfera**

Le valvole a sfera saranno utilizzate unicamente come intercettazione e saranno del tipo con

sfera in acciaio inox oppure in ottone cromata a spessore per diametri fino a 2", con tenuta in PTFE.

Per i diametri fino a 1" sono richieste del tipo a passaggio totale, oltre tale diametro e' ammesso il tipo a passaggio venturi.

#### *4.5.2.6 Rubinetti di scarico*

Per lo scarico dell'impianto o dovranno essere utilizzati rubinetti a sfera con sfera in acciaio inox oppure ottone ed attacchi filettati.

#### *4.5.2.7 Eliminatori d'aria*

Saranno impiegate valvole automatiche del tipo a galleggiante con corpo in ottone, attacchi filettati e meccanismo di comando in acciaio inox (si ricorda che dovranno essere almeno PN10); saranno sempre intercettati con una valvola a sfera.

#### *4.5.2.8 Manometri*

Per gli strumenti indicatori, manometri e idrometri, verranno impiegati apparecchi a sistema Bourdon con movimento centrale del tipo ritarabile.

Per facilitarne la lettura il diametro del quadrante non dovrà essere inferiore ad 80 mm.

#### *4.5.2.9 Termometri*

Per la misura della temperatura verranno impiegati termometri a quadrante a dilatazione di mercurio con bulbo rigido inclinato o dritto, con attacchi filettati.

Per facilitarne la lettura il diametro del quadrante non dovrà essere in genere inferiore ad 80 mm.

Nel caso di misura di temperatura di liquidi i termometri andranno installati con l'impiego di una guaina di protezione che ne permetta lo sfilaggio del bulbo senza interruzioni di esercizio dell'impianto; saranno a colonna del tipo dritto o a squadra e saranno completi di custodia in ottone.

La lunghezza della scala dovrà essere 200 mm.; si richiede la precisione di un grado centigrado.

## **4.6 Tubazioni**

### **4.6.1 Tubazioni in acciaio**

#### Materiali

Le tubazioni saranno fabbricate in acciaio al carbonio avente carico di rottura compreso tra 35 Kg/mm<sup>2</sup> e 45 Kg/mm<sup>2</sup>, rispondenti a quanto stabilito dalle relative tabelle UNI; non saranno ammesse in nessun caso tubazioni saldate.

Se non diversamente specificato, potranno essere impiegati unicamente tubi dei seguenti tipi:

- a) Tubazione in acciaio non legato trafilato Mannesmann, senza saldatura, tipo gas serie normale UNI 3824-74 e 8863 serie media fino al diametro nominale di 4" , impiegate per:

- convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura in circuiti di tipo chiuso;

b) Tubazione in acciaio non legato trafilato Mannesmann, senza saldatura, tipo gas serie normale UNI 3824-74 filettata a vite e manicotto fino al diametro di 2", zincata a caldo

- convogliamento di acqua a qualunque temperatura nei circuiti a ciclo aperto o chiuso;

- convogliamento gas metano.

#### **4.6.2 Raccordi**

I raccordi per tubi con giunzioni filettate saranno in ghisa malleabile e forniti grezzi o zincati per immersione in bagno di zinco fuso, a seconda che debbano essere applicati a tubi grezzi o zincati.

Le grandezze dimensionali di ciascun raccordo saranno quelle indicate nella tabella UNI corrispondente. Tutti i tagli saranno ben rifiniti in modo da asportare completamente le sbavature interne; tutte le filettature saranno ben pulite per eliminare ogni residuo dell'operazione.

#### **4.6.3 Sfiati, drenaggi e presa campioni**

Sfiati e drenaggi muniti di valvole, dovranno essere previsti su tutte le apparecchiature non autosfiatanti e non autodrenanti.

Quando non sarà possibile l'installazione diretta, potranno essere posti sulle tubazioni collegate all'apparecchiatura in un tratto dove non vi sono interposte valvole o altri dispositivi di intercettazione.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo.

##### **4.6.3.1. Distanze tra tubi e corpi esterni**

Le distanze tra tubi e strutture metalliche, apparecchi e/o ed una facile manutenzione; ove necessario, dovranno essere previste flange di smontaggio.

#### **4.6.4 Staffaggi**

Lo staffaggio potrà essere eseguito mediante staffe continue per fasci tubieri o mediante collari e pendini per tubazioni singole.

Le staffe e i pendini dovranno essere installati in modo che il sistema delle tubazioni sia autoportante e quindi non dipendere dalla congiunzione alle apparecchiature in alcun punto.

#### **4.6.5 Curve, raccordi e pezzi speciali**

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate, montate mediante saldatura o mediante flange.

Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati oppure curve a saldare tagliate a scarpa.

Le curve saranno posizionate in maniera che il loro verso sia concordante con la direzione di convogliamento dei fluidi.

#### **4.6.6 Giunzioni e raccordi**

Le tubazioni potranno essere giuntate mediante saldatura ossiacetilenica, elettrica, o mediante

flange. Le saldature dopo la loro esecuzione dovranno essere martellate e spazzolate con spazzola di ferro.

Le flange dovranno essere dimensionate per una pressione di esercizio non inferiore ad una volta e mezza la pressione di esercizio dell'impianto; non sarà in ogni caso ammesso l'impiego flange con pressione di esercizio inferiore a PN 10.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici non essendo permesso l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore.

Nei collettori di distribuzione i tronchetti di raccordo alle tubazioni potranno essere giuntati o con l'impiego di curve tagliate a scarpa o con innesti dritti; in quest'ultimo caso tuttavia i fori sul collettore dovranno essere svasati esternamente ad imbuto ed i tronchetti andranno saldati di testa sull'imbuto di raccordo.

I tronchetti di diametro nominale inferiore ad 1" potranno essere giuntati con innesti dritti senza svasatura ma curando ovviamente che il tubo di raccordo non penetri entro il tubo del collettore.

Le giunzioni saranno eseguite con raccordi a flangia o saldati.

Le tubazioni verticali potranno avere raccordi assiali o, nel caso si voglia evitare un troppo accentuato distacco dei tubi delle strutture di sostegno, raccordi eccentrici con allineamento su una generatrice.

I raccordi per le tubazioni orizzontali saranno sempre del tipo eccentrico, con allineamento sulla generatrice superiore.

Preparazione delle superfici ed opere di protezione e finitura: Tutte le tubazioni, compresi gli staffaggi, dovranno essere pulite dopo il montaggio e prima dell'eventuale rivestimento isolante, con spazzola metallica in modo da preparare le superfici per la successiva verniciatura di protezione antiruggine, la quale dovrà essere eseguita con due mani di vernice di differente colore.

#### **4.6.7 Tubazioni composita metallo plastica (multistrato)**

Il sistema sarà costituito da un tubo composito metallo-plastica in Pe-Xb/Al/Pe-Xb e da giunzioni meccaniche realizzate in ottone.

Caratteristiche peculiari del sistema saranno:

- *tubo interno realizzato in polietilene reticolato Pe-Xb rispondente alla norma UNI EN ISO 15875*
- *tubo intermedio realizzato in alluminio e saldato in continuo lungo la generatrice longitudinale e ancorato alle superfici interne ed esterne*
- *mantello esterno realizzato in Pe-Xb di colore bianco*
- *giunzione meccanica realizzata mediante raccordi in ottone.*

CARATTERISTICHE DEL POLIETILENE RETICOLATO	METODO DI PROVA	TEMPERATURA DI PROVA	UNITÀ DI MISURA	VALORE DI PROVA
Densità	ISO-DIS 1872	-	g/cm <sup>3</sup>	~ 0.95
Carico a rottura	DIN 53455	+23°C	Kg/mm <sup>2</sup>	2.0 □ 2.9
		+100°C	Kg/mm <sup>2</sup>	1.0 □ 1.9
Allungamento a rottura	DIN 53455	+23°C	%	170 □ 250
		+100°C	%	300 □ 500
Modulo di elasticità	DIN 53457	0°C	Kg/cm <sup>2</sup>	15.000
		80°C	Kg/cm <sup>2</sup>	5.000
Resistenza all'urto	B.S.	-150°C	Kgm/cm <sup>2</sup>	no rottura
		20°C	Kgm/cm <sup>2</sup>	no rottura
Campo di impiego	-	-	°C	-100 +110
Coefficiente lineare di espansione	-	(20°C) (100°C)	°C <sup>-1</sup>	1.5 x 10 <sup>-4</sup>
Temperatura di rammollimento	-	-	°C	135
Coefficiente di conduttività termica (□)	-	-	Kcal/hm°C	0.38
Resistività di volume	BS2782-202B	20°C	ohm • cm	> 1 x 10 <sup>16</sup>

#### 4.6.9 Raccordi Press - Fitting

I raccordi saranno realizzati in ottone e in alcuni casi in PPSU. La tenuta tubo-raccordo è realizzata mediante una compressione e conseguente deformazione del tubo sul portagomma del raccordo.

#### 4.6.10 Tubazioni in polipropilene

I tubi in polipropilene saranno realizzati con un Polipropilene Copolimero Random (PP-R), idoneo a produrre tubi conformi alle norme DIN 8078 (Tubi in Polipropilene. Requisiti generali di qualità-prove) e UNI EN ISO 15874, con le seguenti caratteristiche:

PROPRIETA'	METODO DI PROVA	UNITA' DI MISURA	VALORE DI PROVA	
Viscosità J	ISO 1628 T3	cm <sup>3</sup> /g	430	
Indice di Fusione MFI	MFI 190/5	ISO 1133 procedura 18	g/10 min	0.5
	MFI 230/2.16	ISO 1133 procedura 12	g/10 min	0.3
	MFI 230/5	-	g/10 min	1.5
Densità a 23°C	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	0.898	
Zona di fusione	DIN 53736 B2	°C	150 - 154	
Carico a rottura	ISO 527	N/mm <sup>2</sup>	40	
Allungamento alla rottura	velocità 50 mm/min	%	> 50	
	Provetta 1 B			
Modulo di elasticità	ISO 527	N/mm <sup>2</sup>	700	
Resistenza all'urto (Charpy)	DIN 8078	-	no rottura	
Coefficiente di dilatazione termica lineare	VDE 0304	K <sup>-1</sup>	1.5 x 10 <sup>-4</sup>	
	Parte 1 § 4			
Conduttività termica a 20°C (λ)	DIN 52612	W/m K	0.24	
Calore specifico a 20°C	Calorimetro adiabatico	kJ/kg K	2.0	
Fattore di perdita	DIN 53483	-	< 5 x 10 <sup>-4</sup>	
Costante dielettrica	DIN 53483	-	2.3	
Resistività di volume	DIN 53482	ohm cm	> 1 x 10 <sup>16</sup>	
Rigidità dielettrica	DIN 53481	kV/mm	≥ 20	

#### **4.6.11 Raccordi Tubi in Polipropilene**

Per le raccorderie dei tubi e i pezzi speciali verranno utilizzati esclusivamente i raccordi in PP-R a saldare effettuata mediante operazione di fusione tra le parti.

#### **4.6.12 Tubazioni di scarico insonorizzate secondo il DPCM 5/12/1997**

I tubi e i raccordi si caratterizzano per la loro particolare composizione ottenuta grazie ad una miscela di PE amalgamata con una scelta di fibre minerali. Questa particolare composizione conferisce a tubi e raccordi quella pesantezza e quelle caratteristiche fisiche che consentono al sistema correttamente posato in opera di fornire una prestazione fonoisolante di tutto rispetto. Particolare attenzione sarà prestata nella raccorderia che si dovrà contraddistinguere per una serie di “ali” posizionate in corrispondenza della superficie d’impatto dell’acqua di scarico. Lo scopo di questo design è quello di attenuare la propagazione dei rumori proprio nei punti in cui vengono provocati.

Descrizione del sistema

L’impianto di scarico, a causa della caduta, dell’urto e del deflusso delle acque reflue, si rivela un’importante fonte di rumore all’interno degli edifici. Il D.P.C.M, datato 5 dicembre 1997, fissa a 35 dB(A) la soglia massima di rumorosità degli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo consentita nei locali ad uso abitativo.

Per rispondere a queste esigenze si adotterà un sistema completo di tubi e raccordi insonorizzati concepito per l’evacuazione di acque nere e grigie negli edifici.

Componenti

- *Tubi*
- *Raccordi*
- *Collegamenti*
- *Fissaggi*
- *Guaine disaccoppianti.*

La pressione interna massima di esercizio è di 1.5 bar mentre la temperatura massima consentita è di 30 °C.

Negli impianti con frequenti scarichi d’acqua ad alte temperature, i tubi e raccordi sono da collegare con giunzioni resistenti alla trazione (inscindibili). Si consigliano collegamenti mediante manicotti elettrici.

### **4.7 Valvole ed Accessori per Tubazioni**

#### **4.7.1 Valvole:**

Generalità

Tutte le valvole che verranno installate sulle tubazioni di convogliamento dei fluidi dovranno essere dimensionate per una pressione di esercizio non inferiore ad una volta e mezzo la pressione di esercizio dell'impianto e mai comunque inferiore a quella di taratura delle eventuali valvole di scarico di sicurezza.

Non sarà in ogni caso ammesso l'impiego di valvole con pressione di esercizio inferiore a PN 10. Per le tubazioni fino al diametro nominale di 2" le valvole e apparecchiature accessorie saranno in bronzo o ghisa, con attacchi a flangia; per i diametri superiori esse saranno in ghisa o acciaio con attacchi a flangia.

Anche se non espressamente indicato su schemi, disegni o computi metrici, ogni apparecchiatura dovrà essere dotata di valvole di intercettazione.

Tutte le valvole, dopo la posa in opera, saranno opportunamente isolate con materiale e finitura dello stesso tipo delle tubazioni su cui sono installate.

#### **4.7.2 Valvole a flusso avviato**

Le valvole a flusso avviato potranno essere utilizzate sia come organi di intercettazione, sia come organi di regolazione a taratura fissa; la medesima valvola potrà svolgere uno solo dei due compiti descritti.

Le valvole saranno del tipo "esente manutenzione" ed a "tenuta morbida", a sede piana con tenuta sull'albero mediante anello "o-ring", asta in acciaio inox, tappo in gomma EPDM, corpo e in ghisa, complete di controflange, guarnizioni e bulloni.

#### **4.7.3 Valvole di ritegno**

Nelle tubazioni orizzontali ed oblique le eventuali valvole di ritegno saranno del tipo a clapet con battente a snodo centrale.

Nelle tubazioni verticali saranno installate valvole intermedie del tipo ad otturatore conico, a profilo idrodinamico con chiusura a gravità.

Qualora espressamente richiesto (per motivi di spazio) potranno essere installate valvole di ritegno del tipo "a disco".

#### **4.7.4 Valvole a sfera**

Le valvole a sfera saranno utilizzate unicamente come intercettazione e saranno del tipo con sfera in

acciaio inox oppure in ottone cromata a spessore per diametri fino a 2", con tenuta in PTFE.

Per i diametri fino a 1" sono richieste del tipo a passaggio totale, oltre tale diametro e' ammesso il tipo a passaggio venturi.

#### 4.8 Coibentazione Tubazioni

Campo di applicazione

Le tubazioni, e le apparecchiature verranno isolati nei casi sottoindicati:

- tutte le tubazioni, e le apparecchiature contenenti acqua refrigerata e calda comprese valvole e flange;

Materiali

Il materiale coibente sarà del seguente tipo:

- isolante flessibile a cellule chiuse (certificate in Classe 1 di reazione al fuoco) a base di gomma sintetica realizzato in forma di tubi e lastre con le seguenti caratteristiche:
- coefficiente di conducibilità termica alla temperatura media di 50 C: 0,035 Kcal/m h C;
- fattore di resistenza alla diffusione del vapore: maggiore/uguale a 2.500.
- reazione al fuoco classe 1 (spessore minore/uguale 13 mm.)
- gamma di temperature d'impiego: tubi: -40 - +105 C.; lastre: -40 - +85 C.

Criteri generali di impiego

- Tubazioni ed apparecchiature caldi:

Dovranno essere rispettati i valori riportati nella seguente tabella:

conduttività termica dell'isolante w / m° K	Diametro esterno delle tubazioni					
	<20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

L'isolamento sarà comunque tale che la quantità di calore trasmessa non sia più del 15% di quella che sarebbe trasmessa a tubo nudo.

L'isolamento degli organi di linea, sarà di spessore non inferiore a quello dei tubi cui sono collegati.

#### **4.8.1 Finitura**

Le tubazioni coibentate in vista all'interno dell'edificio verranno rivestite con gusci di PVC, i tratti verticali che alimentano i singoli ventilconvettori saranno semplicemente nastrate, mentre per quelle esposte alle intemperie il materiale di finitura consisterà in lamierino di alluminio .

Viti autofilettanti in acciaio inossidabile verranno impiegate per il fissaggio del lamierino che dovrà essere sigillato con silicone.

#### **4.9 Corpi Scaldanti**

I corpi scaldanti saranno ad elementi componibili in ghisa (oppure in alluminio), nella forma, dimensione e posizionamento specificati dal progetto termico.

I radiatori in ghisa (o alluminio) saranno posti in opera previa verniciatura con due mani di vernice antiruggine ed una di vernice del tipo e colore definito; la mano a finire verrà applicata ad opere ultimate. Tutte le verniciature sono incluse nell'appalto.

I corpi scaldanti saranno corredati di valvola termostatica con volantino e detentore a vite. Sensore incorporato con elemento sensibile a liquido. Temperatura massima ambiente 50°C. Scala graduata da 0 a 5 corrispondente ad un campo di temperatura da 0 a 28°C, con possibilità di bloccaggio e limitazione di temperatura. Intervento antigelo 7°C.

Si dovrà prevedere l'installazione di borchie di protezione all'uscita delle tubazioni dai tramezzi.

#### **4.10 Impianto di adduzione Gas combustibile per Generatori di calore**

Norme e prescrizioni

L'impianto dovrà essere realizzati in osservanza alla legislazione vigente ed in particolare alle seguenti norme:

- Legge 6 Dicembre 1971, n. 1083: *Norme per la sicurezza di impiego del gas combustibile.*
- *Norme UNI-CIG 7129.*
- *D.M. 12 aprile 1996*

##### **4.10.1 Tubazioni**

Per le tubazioni dovrà essere impiegato tubo in acciaio ordinario trafilato Mannesmann s.s. zincato, a basso tenore di carbonio secondo UNI-CIG 7129-72 punto.

Le modalità di posa in opera saranno quelle indicate dalle norme vigenti.

Le tubazioni dovranno essere collocate ben diritte e in squadra.

Le tubazioni in vista dovranno essere sostenute con staffe (zanche) murate ad una distanza l'una dall'altra non superiore a 2,4 m.

Le tubazioni, le giunzioni filettate ed i raccordi, in particolare il raccordo all'uscita del

contatore, non dovranno essere sottoposti a sforzi meccanici permanenti o occasionali.

Le tubazioni del gas non dovranno mai essere utilizzate come messa a terra di apparecchiatura elettriche o telefoniche.

I tubi dovranno essere posti in vista.

#### **4.10.2 Giunzioni**

In generale tutte le giunzioni, i pezzi speciali e le guarnizioni dovranno essere conformi alle prescrizioni della UNI-CIG 7129 e D.M. 12 aprile 1996.

Le giunzioni dovranno quindi essere effettuate mediante filettatura conica a passo gas per la vite secondo UNI 339 e cilindrata per la madre vite secondo UNI 338.

I raccordi dovranno essere in ghisa malleabile, zincata (acciaio zincato per i manicotti) e la tenuta dovrà essere assicurata mediante l'applicazione sul filetto esterno del maschio, di canapa con mastici specificatamente previsti per resistere al gas (grasso A- PI, KOLMAT, COBALITE, etc.) oppure nastro di tetra- fluoruro di etilene (TEFLON).

#### **4.10.3 Tubi in rame preisolato per gas**

Tubazione in rame ricotto trafilato, stato fisico R220 secondo UNI EN 1057, con residui carboniosi inferiori a 0,05 mg/dm<sup>2</sup>, disossidata al fosforo Cu-DHP (Cu: 99.90% min. - P: 0,015% – 0,040%) secondo UNI EN1412, caratteristiche dimensionali secondo UNI CIG 7129-1:2008 punto 4.3.1.2 prospetto 2, completo di guaina isolante polietilene a bassa densità (LD-PE) liscio e aderente con marchio Zetaesse PE GAS secondo UNI 10823 per tubazioni interrate, per la realizzazione di impianti di distribuzione gas combustibile per uso domestico. Autoestinguenza DIN 4102-B2, garanzia 30 anni.

#### **4.10.4 Giunto dielettrico**

Giunto dielettrico monolitico per condotte metalliche, costituito da tronchetto tubolare in acciaio rivestito di materiale isolante, grado di resistenza elettrica minima di 5 Mohm, rigidità dielettrica minima 3000 Ohm, pressione massima di esercizio 10 bar (1 Mpa), conformi alla norma UNI CIG 10284-85.

Diametro Nominale 50 mm.

#### **4.10.3 Valvole di intercettazione**

Tutti gli organi di intercettazione dovranno essere in bronzo, ottone o altro materiale equivalente ed avere una sezione libera di passaggio non inferiore al 100% della sezione libera del

tubo su cui vanno inseriti.

## 4.11 Impianto Fotovoltaico

### 4.11.1 Moduli Fotovoltaici

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 6 moduli da 230 Wp, in silicio policristallino, le cui caratteristiche principali sono specificate di seguito:

Maximum Power at STC	Wp	230
Open Circuit Voltage (Voc)	V	37,32
Short-Circuit Current (Isc)	A	7,48
Optimum Operating Voltage (Vmp)	V	30,84
Optimum Operating Current (Imp)	A	8,00
Temperature Range	-40°C/+80°C	
Maximum System Voltage	1000	
Reverse Current Power Rating $I_R$	15A	
Power Tolerance	-0/+3%	
NOCT	47°C±2°C	
coefficienti di temperatura		
tensione	%/K	-0,32
corrente	%/K	0,04
potenza	%/K	-0,44

Valori di targa riferiti alle STC:  $I=1000 \text{ W/m}^2$  ;  $AM=1,5$ ;  $T=25^\circ\text{C}$

### 4.11.2 Inverter

La produzione energetica del campo fotovoltaico sarà gestita in fase di conversione DC/AC da 1 inverter. L'inverter utilizzato sarà in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT); in particolare, sarà dotato di 1 inseguitore del punto di massima potenza (MPPT – Maximum Power Point Tracker).

Costruisce l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM (Pulse Width Modulation), così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme. Mediante il quadro d'interfaccia è collegato alla rete, in conformità alle prescrizioni previste dalla norma CEI 11-20 e dalle specifiche del Distributore locale (Specifico GUIDA ALLA CONNESSIONE AD ENEL DISTRIBUZIONE), consentendo la sua connessione in parallelo alla rete pubblica. Maggiori dettagli sono riportati di nei paragrafi successivi.

Le caratteristiche tecniche principali sono riportate nel prospetto seguente:

<b>Valori di ingresso (C.C.)</b>		
Potenza DC max	W	1320
Tensione DC (Vdc,max)	V	400
Range di tensione FV, MPPT	V	100-320
Corrente di ingresso max (Ipv,max)	A	12,6
Numero di inseguitori MPPT		1
<b>Valori di uscita (C.A.)</b>		
Potenza nominale AC	W	1200
Potenza ACmax	W	1200

Il generatore fotovoltaico sarà caratterizzato da una potenza nominale (STC) pari a 1,05 kW, che deriva dalla somma delle potenze di 5 moduli da 230 Wp, in silicio policristallino. La superficie occupata complessivamente dai moduli è di circa 8,30 m<sup>2</sup>; è composto da 1 campo formato da 1 stringa, servito da 1 inverter.

La configurazione elettrica prevista è riportata di seguito:

- *Campo fotovoltaico:*
- *potenza di targa o nominale: 1,05 kWp*
- *numero totale moduli: 5*
- *numero totale inverter: 1*
- *configurazione elettrica: MPPT unico; 5 moduli in serie x 1 stringa*

L'impianto sarà di tipo grid-connected, cioè connesso in parallelo alla rete elettrica di distribuzione, e sarà collegato ad essa mediante una connessione "monofase in bassa tensione", secondo quanto riportato dalle norme riassunte nella tabella che segue:

Potenza (kW)	Livelli di tensione della rete del Distributore	Riferimenti normativi
≤ 6	BT (monofase)	CEI 11-20
≤ 100	BT	AEEG ARG/elt 99/08 CEI 0-16 (tab. 4)
100-200	BT o MT	CEI 0-16 (tab. 4)
200-3000	MT	CEI 0-16 (tab. 4)
3000-10000	MT o AT	CEI 0-16 (tab. 4)
>10000	AT	CEI 0-16 (tab. 4)
(*) da concordare con il Distributore in funzione delle caratteristiche della rete e dei carichi in essa presenti		
<i>Valori indicativi di potenza di un impianto fotovoltaico collegabile alla rete elettrica di distribuzione, in ragione del numero di fasi e della tensione della rete (rif. CEI 82-25)</i>		

#### 4.11.3 Quadro di sezionamento e protezione in C.C.

Tra la stringa di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie e l'ingresso all'inverter si prevede il posizionamento di un opportuno quadro di sezionamento e protezione che alloggia un interruttore modulare ed uno scaricatore di sovratensione, i cui dettagli sono riportati di seguito:

L'interruttore in oggetto è adatto ai circuiti in corrente continua ed associa le seguenti funzioni:

- *Protezione dei circuiti contro i corto circuiti*
- *Protezione dei circuiti contro i sovraccarichi*
- *Controllo ed isolamento*

Il modello utilizzato è: 500V DC, 2 poli, 16 A, curva C

#### DATI TECNICI PRINCIPALI

- *Certificazioni Cei En 60947-2*
- *Tensione Di Impiego 24...500 V Cc*
- *Tensione Nominale 500 V Cc*
- *N. Poli 2*
- *Curva C*
- *Larghezza In Passi Di 9 Mm 4*
- *Potere Di Interruzione In 16 A*

#### **4.11.4 Limitatore di sovratensione (SPD)**

Il limitatore di sovratensione sarà adatto per circuiti in corrente continua; è di tipo 2 come prescritto dalle norme (cfr. CEI 82-25) per la protezione di impianti fotovoltaici.

Saranno dotati di cartuccia estraibile ed il tipo utilizzato (caratterizzato dal pedice "r") dispone di un contatto per il riporto a distanza dello stato di funzionamento

#### TIPO PRD

- *N. POLI 2*
- *Uc [Vcc] 600 V*
- *LIVELLO DI PROTEZIONE Up kVcc 1,6 kV*
- *I<sub>max</sub> 40 kA*
- *I<sub>n</sub> 15 kA*

#### **4.11.5 Quadro di sezionamento e protezione in C.A.**

A valle dell'inverter si prevedrà il posizionamento di un opportuno quadro di sezionamento e protezione che alloggia un interruttore modulare con blocco differenziale ed uno scaricatore di sovratensione, i cui dettagli sono riportati di seguito:

#### *Interruttore*

L'interruttore in oggetto associa le seguenti funzioni:

- *Protezione dei circuiti contro i corto circuiti*
- *Protezione dei circuiti contro i sovraccarichi*

- *Controllo ed isolamento*
- *Protezione delle persone nei sistemi di neutro TN ed IT*

Il modello utilizzato è: 2 poli, 25 A, curva C, Icn=6kA

#### DATI TECNICI PRINCIPALI

- *Certificazioni Cei En 60898*
- *Tensione Nominale 400 V Ca*
- *Potere Di Interruzione 6000 A (6 Ka)*
- *N. Poli 2*
- *Curva C*
- *Larghezza In Passi Di 9 Mm 4*
- *Potere Di Interruzione In 16 A*

#### **4.11.6 Blocco differenziale**

Associa le seguenti funzioni:

- *Protezione delle persone contro i contatti indiretti*
- *Protezione complementare delle persone contro i contatti diretti (10 mA e 30mA)*
- *Protezione delle installazioni elettriche dai guasti di isolamento (es.: rischi incendi)*

Presenta, inoltre, la caratteristica di funzionare senza alimentazione ausiliaria in quanto si basa sulla tecnologia elettromagnetica.

#### DATI TECNICI PRINCIPALI

- *TIPO 2 P AC*
- *TENSIONE 230/400 V*
- *$I_n [A] \leq 25$*
- *$I_{\Delta n} [mA] 50 \text{ Hz } 300$*

L'associazione del blocco differenziale in oggetto con l'interruttore C60 di cui al punto precedente, costituisce un dispositivo differenziale a corrente residua conforme alle norme CEI EN 60947-2 e CEI EN 61009 Limitatore di sovratensione (SPD). Il limitatore di sovratensione in oggetto è adatto per circuiti in corrente alternata. Sono dotati di cartuccia estraibile

#### DATI TECNICI PRINCIPALI

- *TIPO 2P*
- *N. POLI 2*
- *$I_{max} [kA] 40$*
- *$I_n [kA] 15$*
- *$U_p [kV] 1,4$*
- *TENSIONE NOMINALE [V] 230*
- *$U_p [V] 340$*

#### 4.11.7 Cablaggio elettrico

In base alle prescrizioni della norma CEI 20-91, i cavi di interconnessione tra i moduli ed il quadro di campo e tra questo e l'inverter saranno del tipo FG21M21 (1500 Vcc), resistenti ai raggi UV, adatti per posa all'esterno, e di sezione adeguata (6 mm<sup>2</sup>) al trasporto dell'energia prodotta e alle eventuali sollecitazioni meccaniche della posa in opera stessa.

Le terminazioni saranno debitamente segnalate ed etichettate.

Le principali caratteristiche sono riportate di seguito e si rimanda alla scheda in allegato per ulteriori approfondimenti. Conduttore A corda flessibile classe 5 di rame stagnato ricotto isolante In mescola elastomerica reticolata senza alogeni di tipo G21 (HEPR) guaina in mescola elastomerica reticolata senza alogeni, tipo M21

- *Temperatura ambiente -40/+90°C*
- *Temperatura massima del conduttore*
- *(sovraccarico)*
- *+120°C*
- *Temperatura massima di cortocircuito 250°C*
- *Tensione nominale U<sub>o</sub>/U AC 0,6/1 kV*
- *Tensione nominale U<sub>o</sub>/U DC 0,9/1,5 kV*
- *Periodo di utilizzo stimato 25 anni*

Il cablaggio tra il convertitore statico ed il gruppo di misura e tra questo e l'interruttore generale, sarà eseguito utilizzando un cavo del tipo **FG7(O)R 0,6/1 kV**, tripolare di sezione pari a **10 mm<sup>2</sup>**.

Le principali caratteristiche sono riportate di seguito e si rimanda alla scheda in allegato per ulteriori approfondimenti.

- *Conduttore A corda flessibile classe 5 di rame stagnato ricotto*
- *isolante tipo G7 (HEPR)*
- *guaina PVC qualità RZ*
- *Temperatura massima di esercizio +90°C*
- *Temperatura massima di cortocircuito 250°C*
- *Tensione nominale U<sub>o</sub>/U AC 0,6/1 kV*
- *Tensione massima 1200 V*

#### 4.12 Unità di recupero Acque Grigie

Il sistema sarà concepito per il trattamento delle acque grigie, quindi per le acque provenienti dalle docce, dai lavandini e dalla vasca da bagno. Il filtro MBR applicato con tecnologia a membrana applicato garantirà la completa separazione della "biomassa" dall'acqua grigia depurata.

Questo procedimento produce una tipologia di acqua libera da solidi e completamente debatterizzata con un'efficienza garantita del 99%.

Il processo di riciclaggio sarà costituito dal trattamento biologico e della filtrazione a membrana dell'acqua che sarà stoccata in un apposito serbatoio per acque chiare.

- *Abitanti equivalenti: 40 (dimensionato con 45 A.E.)*
- *Trattamento massimo giornaliero : 2000 Litri*

Gruppo di pressurizzazione automatico a portata costante con due pompe entrambe dotate di inverter, quadro elettrico di comando con schermo LCD

- *Portata 10 mc/h*
- *Prevalenza 45 m.c.a.*

Descrizione Unità

1) Vasca di sedimentazione acque grigie incluso: ingresso acque grigie, uscita verso serbatoio aerazione, troppopieno in scarico, valvola di scarico e kit collegamenti

2) Vasca di aerazione acque grigie completa di: afflusso, aerazione, sollevamento nella vasca di filtrazione, scarico galleggiante e kit collegamenti

3) Vasca di filtraggio completa di: afflusso acque grigie, sistema di filtraggio con filtro a membrana, pompa di spinta filtraggio, cavi e collegamenti

4) Vasca acqua trattata completa di: accesso acqua filtrata, reintegro acqua potabile, connessione alla stazione di pompaggio

5) Unità di controllo completa di: staffa in acciaio inox, compressore, centralina, connessioni elettriche.

Capacità

- *Volume stage 1: Lt 500*
- *Volume stage 2: Lt 2500*
- *Volume stage 3: Lt 1250*
- *Volume stage 4: Lt 1250*
- *Capacità di Riciclaggio: Lt/gg 2000*

Connessioni

- *Alimentazione Rete Idrica: Ø 1" \**
- *Acqua di Servizio: Ø 1"1/2 \**
- *Ingresso Unità: Dn 100*
- *Scarico Troppopieno: Dn 100*

Voltaggio

- *Alimentazione elettrica: V – HZ 230-1-50*

#### **4.13 Sistema di recupero acque Chiare.**

Per ottenere il recupero delle acque piovane, si è previsto di convogliare le acque provenienti dal tetto in un unico collettore che, dopo il filtro dinamico che sfrutta la velocità di rotazione dell'acqua e quindi la forza centrifuga per filtrare sui lati del filtro medesimo, lasciando cadere al centro la sporcizia e le impurità incanalandole allo scarico, verranno immesse in un serbatoio di primo accumulo di 1000 litri per essere poi inviate, con precedenza rispetto alle acque grigie, al serbatoio di raccolta in comune con le acque grigie dal quale, tramite apposita autoclave, verranno inviate alle utenze. Tale sistema è costituito da:

- *Nr. 1 Serbatoi 1000 lt completo di prolunga e tappo di chiusura*
- *Nr. 2 Filtri dinamici EUR 500;*
- *Nr.1 Pompa sommersa completa di presso stato elettronico e galleggiante di aspirazione a pelo acqua;*
- *Nr.1 Kit di rabbocco automatico Ø 1/2 completi di galleggiante*
- *Nr.1 Valvola antiriflusso DN 160*
- *Nr.1 Kit "O-Ring" di collegamento e stabilizzatore DN 110*

Serbatoio per acque meteoriche

Serbatoi per acque meteoriche in polietilene da 10000 Lt monoblocco.

La struttura del serbatoio in polietilene garantisce un'alta resistenza agli urti e all'allungamento di rottura.

Dimensioni:

- *Volume utile 10200 lt*
- *Larghezza 245 cm*
- *Lunghezza 245 cm*
- *Altezza 250 cm*
- *Tappo: 70 cm*

Filtro dinamico:

Il filtro dinamico sfrutta la velocità di rotazione dell'acqua e quindi la forza centrifuga per filtrare sui lati del filtro medesimo, lasciando cadere al centro la sporcizia e le impurità incanalandole allo scarico.

Filtri dinamici ad altissima efficienza oltre il 90%, per ottenere una purezza ottimale dell'acqua piovana d uso di abitazioni per superfici captanti da 700 mq:

- *Con cestello filtrante in INOX a maglia 200 micron:*
- *Entrata Dn 160 uscita rete fognaria;*
- *Dn 160 collegamento alla cisterna Dn 110.*
- *Struttura in polietilene, con superficie simile a cera,*
- *Telescopico e con chiusura ermetica.*

Sistema di pompaggio Completo

Pompa a motore sommerso modello in versione 220V, completa di apparecchio di comando pressione elettronico con valvola di ritegno e protezione ; galleggiante per la protezione contro il funzionamento a secco.

- *Max. pressione di esercizio: vedere tabelle*
- *Max. temperatura fluido: 40 °C*
- *Grado di protezione del motore: IP68*
- *Grado di protezione dell'apparecchiatura di comando (corrente alternata): IP54*
- *Frequenza: 50 Hz*
- *Tensione corrente alternata: 230V (± 10 %) corrente trifase: 400V (± 10 %)*
- *Lunghezza cavo: 20m*
- *Max. frequenza di operazioni/ore: 40*
- *Max. profondità immersione: 20m*
- *Diametro max. corpi solidi: 2mm*
- *Max. contenuto sabbia: 50g/m<sup>3</sup>*

Valvole antiriflusso DN160

Valvole antiriflusso ed antiratto con piattello in INOX antiroditore, o-ring di tenuta a leva di arresto manuale.

- *diametro DN 160 mm..*

Kit di rabbocco automatico

Kit per mantenimento livello acqua all'interno dei serbatoi composto da elettrovalvola ½" NC 220V e galleggiante ON/OFF entrambi precablati.

#### **4.14 Gruppo di Sollevamento Acqua**

Il gruppo sarà un dispositivo completo, che includerà le connessioni all'impianto idraulico, un sensore di pressione, un sensore di flusso ed un convertitore di frequenza elettronico (inverter) applicato sulla mandata di ciascuna elettropompa regola la velocità di rotazione della elettropompa a cui è collegato, in modo da ottenere pressione costante al variare della portata d'acqua richiesta.

Funzionamento

Al primo abbassamento di pressione nell'impianto, dovuto a prelievo d'acqua, tutte le pompe si avviano automaticamente per qualche secondo a regime ridotto, in relazione al prelievo d'acqua richiesto. Successivamente una sola pompa rimane in funzione per soddisfare la portata d'acqua richiesta.

L'avviamento della seconda pompa avviene in cascata, quando la prima pompa raggiungerà la massima velocità di rotazione.

La pressione pompe sarà regolabile dall'utente tramite due tasti + e -

Le pompe verranno arrestate automaticamente nei seguenti casi:

- *sovracorrente pompa*
- *marcia a secco*
- *tensione di alimentazione bassa*
- *superamento di un valore massimo di pressione (regolabile)*
- *surriscaldamento componenti elettronici.*

I gruppi a due pompe saranno forniti completi di centralino di protezione, contenente interruttori magnetotermici di protezione e morsetti di ingresso linea di alimentazione.

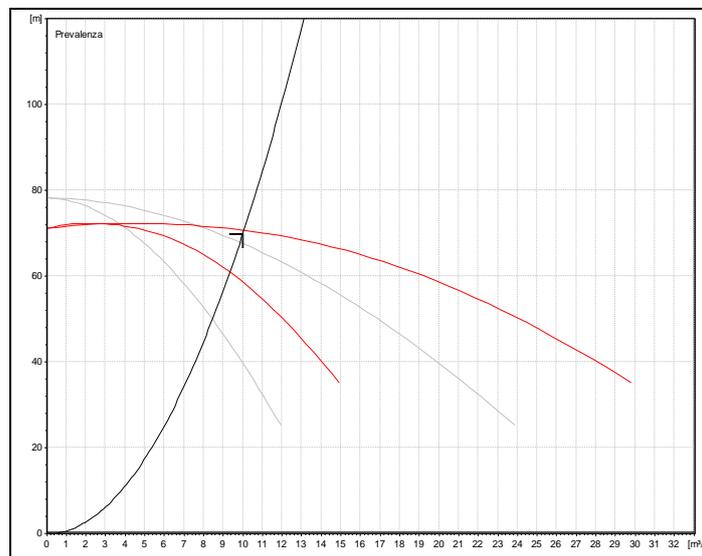
#### **4.14.1 Collegamenti Esterni Active Driver 1**

Ingressi: disabilitazione pompa, pressostato / galleggiante contro la marcia a secco.

Uscite: due contatti senza potenziale per segnalazione allarme / arresto, pompa in marcia.

#### **PARTE IDRAULICA**

- *2 Elettropompe centrifughe pluristadio verticale da  $H= 6,5-7$  bar  $Q= 18-20$  mc/h*
- *Basamento in lamiera zincata completo di 4 piedini in gomma antivibranti*
- *Collettori di aspirazione e mandata in acciaio inox AISI 304*
- *Valvole a sfera con bocchettone in aspirazione e mandata di ciascuna pompa*
- *Valvole di ritegno in aspirazione di ciascuna pompa*
- *2 Tappi in acciaio inox AISI 304 per chiusura collettori*
- *Manometro radiale con valvola intercettazione*



#### **4.15 SILENZIATORE PER FORI DI VENTILAZIONE**

Sistema ecobiocompatibile per la realizzazione di transiti d'aria afonizzati per l'immissione di aria comburente e per l'evacuazione dei prodotti di combustione in conformità alle prescrizioni delle norma UNI 7129-2:2008. Questo elemento di ventilazione fonoisolante può essere utilizzato sia per

l'installazione in facciata per i sistemi con ventilazione diretta, sia come elemento di transito interno per i sistemi di areazione, le sue prestazioni acustiche devono essere ottimizzate attraverso i materiali che compongono l'elemento e la sua configurazione deve risultare efficace, compatto, resistente e di facile posa in opera. L'applicazione del silenziatore nelle strutture edilizie di facciata non introduce ponti termici, in quanto il suo involucro sarà costituito da pannelli isolati.

Sarà è conforme ai requisiti dello standard ANAB dei materiali per la bioedilizia: con certificato rilasciato da ANAB-ICEA.

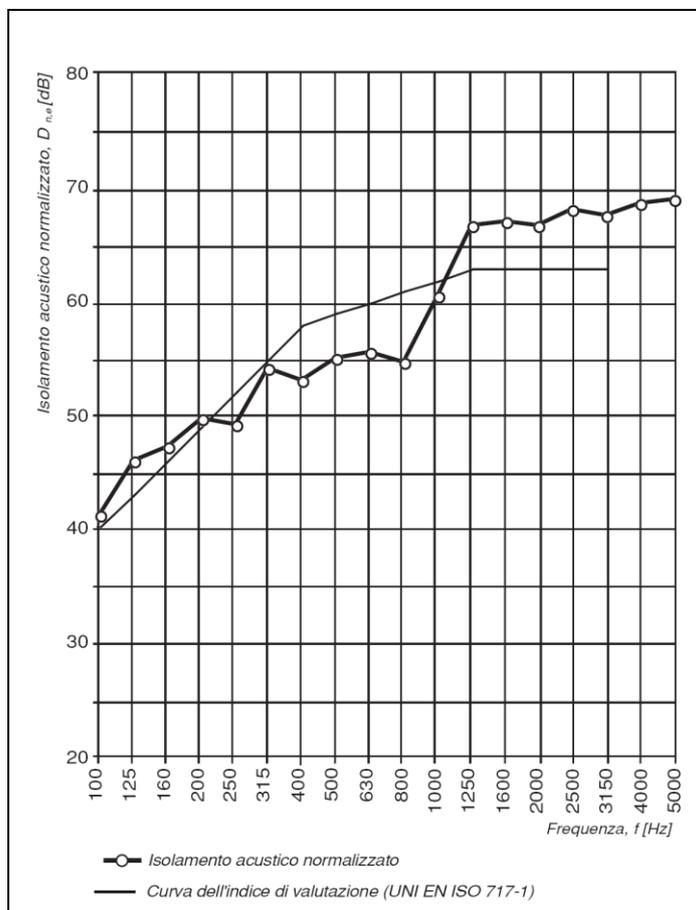
**Descrizione:** silenziatore per fori di ventilazione composto da elementi isolanti esterni in lana di legno di abete mineralizzata e legata con cemento Portland, rivestiti al loro interno con materiale isolante. Il silenziatore verrà fornito con due griglie di ventilazione.

### PRESTAZIONI DI FONOSOLAMENTO

Le prestazioni di fonoisolamento del sistema di ventilazione devono essere tra le più elevate tra questa tipologia di prodotti.

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea di piccoli elementi  $D_{n,e,w}$  sarà pari a 59 dB (UNI EN 20140-10:1993).

Il silenziatore, in virtù dei materiali impiegati e della particolare geometria dei setti fonoassorbenti interni, offrirà elevate prestazioni di fonoisolamento anche a bassa frequenza, dimostrandosi particolarmente efficace nella riduzione del rumore da traffico stradale



#### 4.16 CANNA FUMARIA

Sistema ad elementi modulari di sezione circolare a doppia parete diametro interno Ø 300 con interposta lana minerale ad alta densità, realizzato con saldatura longitudinale continua ottenuta con procedimento automatico al “laser” o TIG.

Parete interna in acciaio inox austenitico AISI 316L spessore 0,5 mm, parete esterna in acciaio inox AISI 304.

La coibentazione intermedia consisterà in uno strato di lana minerale ad alta densità dello spessore di 25 mm ed assicurerà un elevato grado di isolamento in ogni condizione di utilizzo. La connessione tra i moduli avverrà con il sistema di innesto rapido tipo “a bicchiere”; l’innesto sarà provvisto di una guarnizione siliconica a “triplo labbro” che assicura una perfetta tenuta tra i vari elementi. In dotazione ad ogni elemento dovrà essere fornita una robusta fascetta di giunzione a doppia gola, che assicurerà la stabilità degli innesti dalle sollecitazioni di carattere meccanico.

Doppia parete DP25 / DP 25 double wall				
Diametro interno Inner diameter (mm)	Diametro esterno Outer diameter (mm)	Spessore* parete interna Inner wall* thickness (mm)	Spessore* parete esterna Outer wall* thickness (mm)	Resistenza Termica Thermal resistance (m <sup>2</sup> K/W)
80	130	0,4 / 0,5	0,4	0,318
100	150	0,4 / 0,5	0,4	0,332
130	180	0,4 / 0,5	0,4	0,347
150	200	0,4 / 0,5	0,4	0,354
180	230	0,5	0,4	0,362
200	250	0,5	0,4	0,366
250	300	0,5	0,5	0,372
300	350	0,5	0,5	0,378

La canna fumaria dovrà essere completa di pezzi speciali quali:

- supporto camino (elemento di sostegno del camino per partenza a parete);
- staffe regolabili;
- falde per tetto inclinato con scossalina;  
raccordo a T a 90° (Elemento di connessione tra sistema camino e canale da fumo con attacco a 90° da realizzarsi in conformità alle normative vigenti.);
- moduli ispezione ;
- fondo raccolta condensa;
- coppello antipioggia.

#### 4.17 CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

## Qualità dei materiali

I materiali e gli apparecchi relativi agli impianti elettrici devono essere rispondenti alle prescrizioni progettuali; devono avere le caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio

Dovranno essere rispondenti alle norme CEI, UNI e alle tabelle di unificazione UNEL vigenti in materia ove queste, per detti materiali e apparecchi risultassero pubblicate e corrispondere alle specifiche prescrizioni progettuali.

La rispondenza dei materiali e degli apparecchi dovrà essere attestata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno dell'Istituto Italiano del Marchio di Qualità (IMQ) o di contrassegno equipollente (ENEC-03).

## Norme di riferimento

I materiali elettrici devono essere conformi alle leggi e regolamenti vigenti, in particolare:

- Legge 1° marzo 1968, n. 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791 - Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.M. 10 aprile 1984 - Disposizioni per la prevenzione e l'eliminazione dei radiodisturbi provocati dagli apparecchi di illuminazione per lampade fluorescenti muniti di starter;
- Legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle Barriere Architettoniche negli edifici privati;
- Legge 17 aprile 1989, n. 150 - Attuazione della direttiva 82/130/CEE e norme transitorie concernenti la costruzione e la vendita di materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva;
- D.M. 14 giugno 1989, n. 236 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
- D.M. 22 febbraio 1992 - Modello di dichiarazione di conformità;
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- D.Lgs. 25 novembre 1996, n. 626 - Attuazione della direttiva 93/68/CEE, in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;

- D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162 - Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio;
- D.M. 10 marzo 2005 - Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio;
- D.M. 15 marzo 2005 - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo;
- D.M. 28 aprile 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi.
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

#### **4.18 ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI**

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni contrattuali e la corretta tecnica da personale adeguato alla tipologia degli impianti, addestrato e dotato delle necessarie attrezzature.

In generale l'appaltatore dovrà seguire le indicazioni scritte del Direttore dei Lavori in caso di problemi di interpretazione degli elaborati progettuali esecutivi.

Gli impianti elettrici devono essere realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1° marzo 1968.

In particolare, ai fini della prevenzione degli incendi, gli impianti elettrici:

- non devono costituire causa primaria di incendio o di esplosione;
- non devono fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi. Il comportamento al fuoco della membratura deve essere compatibile con la specifica destinazione d'uso dei singoli locali;
- devono essere suddivisi in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema (utenza);
- devono disporre di apparecchi di manovra ubicati in posizioni "protette" e devono riportare chiare indicazioni dei circuiti cui si riferiscono.

La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza deve essere attestata con la procedura di cui al D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Al termine dell'esecuzione degli impianti l'appaltatore dovrà rilasciare l'apposito certificato di conformità dell'impianto come previsto dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

## 4.19 CAVI E CONDUTTORI

### Definizioni

Si premettono le seguenti definizioni:

- cavo: si indicano tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo;
- condutture: si indicano i prodotti costituiti da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.

In relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione, le condutture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- di distribuzione attraverso montante: a sviluppo prevalentemente verticale;
- di distribuzione attraverso dorsali: a sviluppo prevalentemente orizzontale;
- di distribuzione diretta agli utilizzatori.

### Posa in opera delle condutture

La posa in opera della conduttura può essere in:

- tubo: costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo il quale può essere incassato, o in vista o interrato;
- canale costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio;
- vista: nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (es.: graffette o collari);
- condotto: costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera;
- cunicolo: costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile;
- su passerelle: costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio;
- galleria: costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

### Prescrizioni relative alle condutture

- la distribuzione deve essere eseguita con i tipi di cavi indicati nei disegni progettuali;
- la posa di cavi direttamente sotto intonaco non è ammessa;
- i cavi installati entro tubi devono poter essere generalmente sfilati e re-infilati;
- i cavi installati dentro canali, condotti, cunicoli, passerelle, gallerie devono poter essere facilmente posati e rimossi;
- i cavi posati in vista devono essere, ove necessario e nel rispetto delle norme, protetti da danneggiamenti meccanici.

- per tutti i tipi di condutture devono essere osservate le seguenti prescrizioni:
- il percorso deve essere ispezionabile (nel caso di montanti ciò deve essere possibile almeno ad ogni piano);
- le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici;
- negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi utilizzati per la posa dei conduttori, deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm;
- negli ambienti speciali tale diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm;
- il coefficiente di riempimento deve essere pari al massimo a 0,5 per gli scomparti destinati ai cavi per energia;
- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8 );
- il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti;
- il conduttore che svolge la doppia funzione di protezione e neutro (PEN) deve avere la colorazione giallo-verde e fascette terminali blu chiaro, oppure colorazione blu chiaro e fascette terminali giallo-verde;
- le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve poter essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema;
- i colori distintivi dei conduttori o dei cavi unipolari e multipolari sono prescritti dalla tabella CEI-UNEL 00722;
- per l'individuazione dei cavi unipolari sotto guaina mediante simboli si applicano, ove necessario, le Norme CEI 16-1;
- i colori distintivi dei conduttori di fase, se possibile, devono essere: per i circuiti a corrente alternata nero, marrone, grigio; per i circuiti a corrente continua rosso (polo positivo), bianco (polo negativo);
- i cavi di tipo A “Cavi con guaina per tensioni nominali uguali o superiori a  $U_0/U$  0,6/1 KV” sono adatti per tutti i tipi di condutture precedentemente indicate;
- i cavi di tipo B “Cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U$  450/750V” sono adatti solo per condutture in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato;
- nel caso di condutture interrate, i cavi devono essere adatti a detto tipo di impiego;
- per circuito di segnalamento e comando, si possono usare cavi con tensione nominale = 300/500V;
- nel dimensionamento dei cavi dei montanti e sulle dorsali, è opportuno tenere conto di maggiorazioni conseguenti ad utilizzi futuri;

I cavi di alimentazione delle utenze in ambienti speciali (per esempio: centrale di riscaldamento, illuminazione esterna, elevatori, cucine, ecc.) devono essere del tipo con guaina;

È consigliabile l'uso dei cavi di tipo non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impianti non li prevedono come obbligatori. (tipo LSOK).

In funzione dei diversi riferimenti alla norma CEI 20-22 occorre verificare la quantità di cavi raggruppabili in fasci.

Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari

I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.

I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della CEI 64-8.

I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.

I cavi di circuiti separati derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

Norme di riferimento

I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:

- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- CEI 20-40 - Guida per l'uso di cavi a 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;
- CEI 16-1 - Individuazione dei conduttori isolati;
- CEI 20-22/2 - Prove d'incendio su cavi elettrici;
- CEI 20-22/3 - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio;
- CEI-UNEL 00722 - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali  $U_0/U$  non superiori a 0.6/1 kV;
- CEI-UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35024/1 Ec - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

- CEI-UNEL 35024/2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35026 - Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria ed interrata.

#### Sezioni minime dei conduttori

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione; in ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

##### a) conduttori di fase:

- 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;

##### b) conduttori per impianti di segnalazione:

- 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);

##### c) conduttore di neutro:

Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm<sup>2</sup>

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro.
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>.

##### d) conduttori di protezione:

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
- 4,0 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>.

##### e) conduttore di terra:

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato:

- non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);
- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella CEI-UNEL 3502. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

f) conduttore PEN (solo nel sistema TN):

- non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> (rame);

g) conduttori equipotenziali principali:

- non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame);
- non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame).

h) conduttori equipotenziali supplementari:

- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; fra massa e massa estranea sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:
  - 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
  - 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea.

#### 4.20 TUBAZIONI DI PROTEZIONE DEI CAVI

Tutte le tubazioni di protezione dei cavi dovranno essere di tipo flessibile in PVC nella serie pesante antischiacciamento, di tipo e caratteristiche contemplate nelle vigenti norme UNEL e CEI.

L'installazione o posa in opera delle tubazioni di protezione potrà essere del tipo:

- a vista;
- incassati nelle muratura o nel massetto;
- annegati nelle strutture in calcestruzzo per le costruzioni prefabbricate;
- interrati (CEI EN 50086-2-4).

I tubi di protezione da collocare nelle pareti sotto intonaco potranno essere in PVC flessibile leggero (CEI 23-14) o flessibile pesante (CEI 23-14). Le tubazioni sottotraccia dovranno essere collocate in maniera tale che il tubo venga a trovarsi totalmente incassato ad almeno 2 cm dalla parete finita. I tubi prima della ricopertura con malta cementizia dovranno essere saldamente fissati sul fondo della scanalatura e collocati in maniera che non siano totalmente accostati in modo da realizzare un interstizio da riempire con la malta cementizia.

I tubi di protezione annegare nel massetto delle pavimentazioni potranno essere in PVC flessibile pesante (CEI 23-14) o in PVC rigido pesante (CEI 23-8).

I tubi di protezione da collocare in vista potranno essere in: PVC rigido pesante (CEI 23-8), PVC rigido flettato (CEI 23-25 e CEI 23-26), guaine (CEI 23-25).

I tubi di protezione interrati potranno essere in PVC rigido pesante, PVC flessibile pesante, cavidotti e guaine.

Negli ambienti speciali i tubi di protezione potranno essere in acciaio (CEI 23-28) e in acciaio zincato (UNI 3824-74).

Le tubazioni di protezione secondo le caratteristiche alla piegatura potranno essere:

- rigidi (CEI EN 50086-2-1);
- pieghevoli (CEI EN 50086-2-2);
- pieghevoli/autorinvenenti (CEI EN 50086-2-2);
- flessibili (CEI EN 50086-2-3).

Il grado di protezione dovrà essere di IP XX (con un minimo IP3X).

Norme di riferimento

Le tubazioni di protezione dovranno rispettare le seguenti norme:

- CEI EN 50086-1 - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Prescrizioni generali;
- CEI EN 50086-2-1 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI EN 50086-2-2 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- CEI EN 50086-2-3 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;
- CEI EN 50086-2-4 - Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- CEI EN 60529 - Gradi di protezione degli involucri.

## **4.21 QUADRI ELETTRICI**

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione e deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche. Si raccomanda, per quanto è possibile, che i portelli dei quadri elettrici di piano o zona di uno stesso edificio siano apribili con unica chiave.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60439-1;
- CEI EN 60439-3;
- CE EN 60529;
- CEI 23-49;
- CEI 23-51;
- CEI 64-8.

Tipologie di quadri elettrici

In generale i quadri elettrici sono identificati per tipologia di utilizzo e in funzione di questo possono avere caratteristiche diverse che interessano la forma, le dimensioni, il materiale utilizzato per le strutture e gli involucri e i sistemi di accesso alle parti attive e agli organi di comando delle apparecchiature installate.

#### ***4.21.1 Quadro generale***

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia.

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

#### ***4.21.2 Quadri secondari di distribuzione***

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche ecc.

Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

#### ***4.21.3 Quadri di reparto, di zona o di piano***

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri: isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

#### ***4.21.4 Quadri locali tecnologici***

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.

Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

#### ***4.21.5 Quadri speciali (es. centrale termica ecc.)***

Per quadri speciali si intendono quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati ad un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per l'alimentazione degli apparecchi elettromedicali di una sala operatoria, o per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).

Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

Grado di protezione degli involucri

Il grado di protezione (IP 20, IP 40, IP 44, IP 55) degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro deve essere sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi.

Il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

#### ***4.21.6 Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione***

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Le morsettiere possono essere del tipo a elementi componibili o in struttura in monoblocco.

Caratteristiche degli armadi e dei contenitori per quadri elettrici

I quadri elettrici di distribuzione debbono essere conformi alla norme: CEI EN 60439-1, CEI EN 60439-3, CEI 23-51.

Possono essere costituiti da un contenitore in materiale: isolante, metallico o composto.

I quadri debbono rispettare le seguenti dimensioni minime:

- quadri di distribuzione di piano

Il portello deve essere del tipo (trasparente) con apertura (a mezzo chiave). Le eventuali maniglie dovranno essere in materiale isolante.

Sui pannelli frontali dovranno essere riportate tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, ecc.

I contenitori in lamiera di acciaio debbono avere lo spessore non inferiore a 1,2 mm, saldata ed accuratamente verniciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche, previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti, o di fori pretranciati.

Tutte le parti metalliche del quadro dovranno essere collegate a terra. Il collegamento di quelle mobili o asportabili sarà eseguito con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>, muniti alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello.

Le canalette dovranno essere fissate al pannello di fondo mediante viti autofilettanti, o con dado, o rivetti. Non è ammesso l'impiego di canalette autoadesive.

### Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore e un identificatore (numero o tipo) che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili.

I quadri elettrici impiegati dall'appaltatore devono avere la marcatura CE.

### Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

### Predisposizione per ampliamenti futuri

Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsto o installato.

## **4.22 CASSETTE DI DERIVAZIONE**

Le cassette di derivazione devono essere di dimensioni idonee all'impiego, potranno essere in materiale isolante o metallico. La tipologia deve essere idonea ad essere installata a parete o ad incasso (pareti piene o a sandwich o con intercapedine), con caratteristiche che consentano la planarità il parallelismo.

Tutte le cassette di derivazione da parete, dovranno essere in PVC pesante con grado di protezione di almeno IP 40 con nervature e fori pre-tranciati per l'inserzione delle tubazioni, completi di coperchi con idoneo fissaggio ricoprenti abbondantemente il giunto-muratura.

Le cassette devono essere in grado di potere contenere i morsetti di giunzione e di derivazione previsti dalle norme vigenti.

Le cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere dotate di opportuni separatori.

#### **4.22.1 GIUNZIONI**

Le giunzioni e le derivazioni da effettuare esclusivamente all'interno dei quadri elettrici e delle cassette di derivazione, devono rispettare le seguenti norme:

- CEI EN 60947-7-1;
- CEI EN 60998-1;
- CEI EN 60998-2-2;
- CEI EN 60998-2-3;
- CEI EN 60998-2-4.

I morsetti componibili su guida devono rispettare le norme EN 50022 e EN 50035.

I morsetti di derivazione volanti possono essere: a vite; senza vite; a cappuccio; a perforazione di isolante.

#### **4.22.2 SUPPORTO, FRUTTO E PLACCA**

Tutti i supporti portafrutti dovranno essere in resina e dovranno presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Dovranno permettere il fissaggio rapido dei frutti senza vite e facile rimozione con attrezzo. Il supporto dovrà permettere il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti. Il supporto dovrà consentire eventuali compensazioni con i rivestimenti della parete.

I supporti dovranno prevedere l'alloggiamento da due a più moduli.

I frutti devono avere le seguenti caratteristiche:

- comando: devono disporre di sistemi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del D.P.R. n. 503/1996 e D.M. n. 236/1989) e le norme CEI 23-9: o CEI EN 60669-1;
- interruttori uni e bipolari, deviatori, invertitori, con corrente nominale non inferiori a 10A;
- pulsanti, pulsanti a tirante con correnti nominali non inferiori a 2A (CEI EN 60669-2-1) (IR) infrarosso passivo;
- controllo: (CEI EN 60669-2-1), regolatori di intensità luminosa;
- prese di corrente: (CEI 23-16 o CEI 23-50): 2P+T, 10A - Tipo P11; 2P+T , 16A - Tipo P17, P17/11, P30;
- protezione contro le sovracorrenti: (CEI EN 60898), interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6A, 10A, 16A e potere di interruzione non inferiore a 1500A;
- segnalazioni ottiche e acustiche: spie luminose, suonerie e ronzatori;
- prese di segnale: per trasmissione dati Rj45; TV (CEI EN 50083-4) terrestre, satellitare; telefoniche (CEI EN 60603-7).

### 4.22.3 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere composto dai seguenti elementi:

- dei dispersori;
- dei conduttori di terra;
- del collettore o nodo principale di terra;
- dei conduttori di protezione;
- dei conduttori equipotenziali.

L'impianto di messa a terra deve essere opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre con interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guastato in caso di eccessiva tensione di contatto. L'impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche e le misure periodiche necessarie a valutarne il grado d'efficienza.

-Impianti a tensione nominale = 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12).

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico.

All'impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi dei lavori e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione degli elementi di fatto (ferri delle strutture in cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

-Impianti a tensione nominale > 1000 V c.a.

Per quanto riguarda questi impianti la norma di riferimento è la CEI 11-1.

-Elementi dell'impianto di terra

a) Dispersore

Il dispersore è il componente dell'impianto che serve per disperdere le correnti verso terra ed è generalmente costituito da elementi metallici quali: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre aventi dimensioni e caratteristiche in riferimento alla norma CEI 64-8.

È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Nel caso di utilizzo di dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità del dispersore da installarsi preferibilmente all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

#### b) Conduttore di terra

Il conduttore di terra è il conduttore che collega il dispersore al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro; generalmente è costituito da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati come dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata o isolata dal terreno.

Deve essere affidabile nel tempo, resistente e adatto all'impiego.

Possono essere impiegati:

- corde, piattine;
- elementi strutturali metallici inamovibili.

Le sezioni minime del conduttore di terra sono riassunte nella seguente tabella.

<b>Caratteristiche di posa del conduttore</b>	<b>Sezione minima (mm<sup>2</sup>)</b>
Protetto contro la corrosione (es. con una guaina) ma non meccanicamente	16 (rame) 16 (ferro zincato)
Non protetto contro la corrosione	25 (rame) 50 (ferro zincato)

In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- l'eventuale conduttore di messa a terra di un punto del sistema (in genere il neutro);
- le masse dell'impianto MT.

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

#### d) Conduttori di protezione

Il conduttore di protezione parte del collettore di terra, collega in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm<sup>2</sup>. Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8. Sezione minima del conduttore di protezione (CEI 64-8)

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

#### e) Conduttori di equipotenziale

Il conduttore equipotenziale ha lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee ovvero le parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra (norma CEI 64-8/5).

L'appaltatore deve curare il coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi d'interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della limitazione delle correnti vaganti, potenziali cause di fenomeni corrosivi. Si raccomanda infine la misurazione della resistività del terreno.

#### f) Pozzetti

Tutti i pozzetti dovranno essere in PVC muniti di chiusino in PVC pesante nervato.

-Prescrizioni particolari per locali da bagno. Divisione in zone e apparecchi ammessi

Si premette che la norma CEI 64-8, alla Parte 7: Ambienti particolari, art. 701 (Locali contenenti bagni e docce), classifica l'ambiente bagno in quattro zone di pericolosità in ordine decrescente:

Zona 0 - È il volume della vasca o del piatto doccia: Entro tale volume non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili;

Zona 1 - È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: In tale volume sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;

Zona 2 - È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: Sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II) ;

Zona 3 - È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): Sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
- trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP4).

Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati soltanto pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento.

Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio, con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto

alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

#### a) Collegamenti equipotenziali nei locali da bagno

Nelle zone 1-2-3 così come definite al punto precedente, onde evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno, deve mettersi in opera un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee, con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- 4 mm<sup>2</sup> (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès.

#### b) Altre prescrizioni per i locali da bagno

Per i locali da bagno devono tenersi distinti i due circuiti di illuminazione e prese.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un interruttore differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Per le condutture elettriche possono essere usati cavi isolati in PVC tipo H07V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto che va dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

#### c) Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) cantine, garage, portici, giardini, ecc. o per particolari utilizzatori elettrici usati, le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la Zona 3 dei bagni.

-Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

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

- 1) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;
- 2) coordinamento di impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

#### **4.23 IMPIANTO DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE**

Le misure di protezione contro le scariche atmosferiche più idonee devono essere conformi alle prescrizioni della Norma CEI 81-1. Le norme CEI 81-1 prevedono quattro livelli di protezione:

<b>Livello di protezione</b>	<b>Efficienza</b>
I	0.98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

##### Composizione dell'impianto

In generale l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche si compone dei seguenti elementi:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base) costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche, limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (per esempio: tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

##### Captatori

Il captatore può essere composto dalla combinazione dei seguenti elementi: aste, funi e maglie. Il posizionamento dei captatori secondo il metodo dell'angolo di protezione (indicato per gli edifici di forma regolare) o il metodo della sfera rotolante (indicato per gli edifici di forma complessa), deve essere conforme al punto 2.2.2. della norma CEI 81-1 e in particolare dell'appendice B. La protezione delle superfici piane dovrà essere attuata con il metodo della maglia.

Il punto 2.2.3 della norma stabilisce che ai fini della protezione, possono essere utilizzati come captatori naturali le seguenti parti della struttura, secondo le prescrizioni dell'art. 2.1.3 della citata norma CEI 81-1:

- coperture metalliche dei tetti:
- componenti metallici costruttivi di tetti (capriate metalliche, ferri di armatura elettricamente continui, ecc.), al di sotto di una copertura non metallica, purché quest'ultima parte possa essere esclusa dalla struttura da proteggere;
- parti metalliche come gronde, ornamenti, ringhiere, ecc., la cui sezione trasversale non sia inferiore a quella specificata per i captatori normali;
- tubazioni e serbatoi metallici, costruiti in materiale di non meno di 2,5 mm di spessore, purché non si crei una situazione pericolosa o altrimenti inaccettabile qualora essi vengano perforati;
- tubazioni e serbatoi metallici.

Le lastre e le tubazioni metalliche devono possedere lo spessore minimo in funzione del materiale (Fe, Cu, Al) indicato nella tabella 4 della norma CEI 81-1.

### Sistemi di protezione LPS

I sistemi di protezione contro i fulmini vengono definiti LPS (Lighting Protection of Structures) e si dividono in:

LPS esterno;

LPS interno.

#### a) LPS esterno

- l'impianto interno deve essenzialmente essere costituito da:
- collegamenti equipotenziali di tutti i corpi metallici esterni ed interni;
- collegamenti equipotenziali, tramite limitatori di tensione, di tutti gli impianti esterni ed interni;
- isolamenti o distanziamenti.

L'impianto esterno è principalmente costituito da captatori del tipo ad asta o a maglia. La loro funzione è quella di creare un volume protetto ovvero una zona che non può essere colpita da fulmini.

I captatori ad asta consistono nel posizionare una o più aste metalliche in uno o più punti, sulla sommità dell'edificio con ridotto sviluppo orizzontale.

I captatore a maglia consistono nel creare una gabbia metallica intorno all'edificio, tramite piattine o tondi in ferro o rame, per proteggerlo completamente. I percorsi devono essere preferibilmente rettilinei e i cambi di direzione devono avvenire senza spigoli o curve a piccolo raggio.

#### b) LPS interno

- l'impianto esterno deve essenzialmente essere costituito da:
- organi di captazione (normali o naturali);
- organi di discesa (calate) (normali o naturali);
- dispersore di tipo A o B (normali o naturali);
- collegamenti diretti o tramite SPD agli impianti esterni ed interni, ed ai corpi metallici esterni ed interni.

## Verifiche

Dopo l'ultimazione, l'impianto di protezione contro i fulmini deve essere verificato per accertarne che:

- l'LPS sia conforme al progetto;
- tutti i componenti dell'LPS siano in buone condizioni;
- tutte le strutture aggiunte dopo siano comprese nella struttura protetta con ampliamenti dell'LPS.

L'impianto deve essere soggetto a manutenzione periodica come disposto dalla norma CEI 81-1.

L'appaltatore, al termine dei lavori, dovrà rilasciare la prescritta dichiarazione di conformità dell'impianto.

## Norme di riferimento

La protezione contro le scariche atmosferiche è disciplinata dalle seguenti norme:

CEI 81-1 - Protezione di strutture contro i fulmini;

CEI 81-3 - Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico;

CEI 81-4 - Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al fulmine;

CEI 81-5 - Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC);

CEI 81-6 - Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione;

CEI 81-7 - Prescrizioni relative alla resistibilità per le apparecchiature che hanno un terminale per telecomunicazioni;

CEI 81-8 - Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.

## **4.24 POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI**

Gli impianti elettrici devono essere calcolati per la potenza impegnata: le prestazioni e le garanzie, per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere sono riferiti alla potenza impegnata. Tale potenza viene indicata dall'Amministrazione appaltante o calcolata in base a dati forniti dall'Amministrazione appaltante.

In mancanza di indicazioni, per gli impianti elettrici da installare negli edifici civili, si fa riferimento al carico convenzionale dell'impianto. Tale carico verrà calcolato sommando tutti i valori ottenuti applicando alla potenza nominale degli apparecchi utilizzatori fissi e a quella corrispondente alla corrente nominale della presa a spina, i coefficienti che si deducono dalle Tabelle CEI riportate nei paragrafi seguenti.

Valori di potenza impegnata negli appartamenti di abitazione

1) per l'illuminazione:

- 10 W per m<sup>2</sup> di superficie dell'appartamento con un minimo di 500 W.

2) scalda-acqua:

- 1000 W per appartamenti fino a 4 locali (come locale va considerato ogni vano abitabile con esclusione, cioè, di anticamera, corridoi, cucinino e bagno);

- 2000 W per appartamenti oltre i 4 locali.

3) cucina elettrica:

- da considerare solo se ne è prevista esplicitamente l'installazione.

4) servizi vari:

- 40 W per m<sup>2</sup> di superficie dell'appartamento in zone urbane;

- 20 W per m<sup>2</sup> di superficie dell'appartamento in zone rurali.

Dotazioni dell'impianto

Nelle abitazioni le dotazioni dell'impianto dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma CEI 64-50, in funzione della superficie degli appartamenti.

Suddivisione dei circuiti e loro protezione in abitazioni ed in edifici residenziali

Nelle abitazioni e negli edifici residenziali in genere, si devono alimentare, attraverso circuiti protetti e singolarmente sezionabili facenti capo direttamente al quadro elettrico, almeno le seguenti utilizzazioni:

a) illuminazione di base:

- sezione dei conduttori non inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup>;

- protezione 10 A;

- potenza totale erogabile: 2 kW;

b) prese a spina da 10 A per l'illuminazione supplementare e per piccoli utilizzatori (televisori, apparecchi radio, ecc.):

- sezione dei conduttori: 1,5 mm<sup>2</sup>;

- protezione 10 A;

- potenza erogabile 2 kW.

c) prese a spina da 16 A e apparecchi utilizzatori con alimentazione diretta (es. scalda-acqua) con potenza unitaria minore o uguale a 3 kW:

- sezione dei conduttori non inferiore a 2,5 mm<sup>2</sup>;

- protezione 16 A;

- potenza totale erogabile 3 kW;

d) eventuale linea per alimentazione di utilizzazione con potenza maggiore di 3 kW:

- sezione dei conduttori 4 mm<sup>2</sup>;

- protezione 25 A.

Ogni qualvolta si verificano le seguenti condizioni, sul quadro elettrico devono essere previsti un numero superiore di circuiti protetti:

- elevata superficie abitabile, maggiore di 150 m<sup>2</sup>: occorre prevedere più linee per l'illuminazione di base al fine di limitare a 150 m<sup>2</sup> la superficie dei locali interessati da una singola linea;
- elevato numero di prese da 10 A: occorre prevedere una linea da 10 A ogni 15 prese;
- elevato numero di apparecchi utilizzatori fissi o trasportabili (scalda-acqua, lavatrici, lavastoviglie) che devono funzionare contemporaneamente prelevando una potenza totale superiore a 3 kW: occorre alimentare ciascun apparecchio utilizzatore con potenza unitaria maggiore di 2 kW direttamente dal quadro con una linea protetta. Nella valutazione della sezione dei conduttori relativi al singolo montante, oltre a tenere conto della caduta di tensione del 4%, si devono considerare i tratti orizzontali. Il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere di almeno 3.000 A, a meno di diversa comunicazione dell'ENEL. Gli interruttori automatici devono essere bipolari, con almeno un polo protetto in caso di distribuzione fase-neutro, bipolari con due poli protetti, in caso di distribuzione fase-fase.

Coefficienti per la valutazione del carico convenzionale delle unità d'impianto

<b>Impianto</b>	<b>Illuminazione</b>	<b>Scalda-acqua</b>	<b>Cucina</b>	<b>Servizi vari, comprese le prese a spina</b>	<b>Ascensore</b>
Appartamenti	0,65	-1 per l'apparecchio di maggiore potenza;  -0,75 per il secondo;  -0,50 per gli altri	Per le derivazioni facenti capo a singoli apparecchi utilizzatori o a singole prese a spina, si deve assumere, come valore del coefficiente, l'unità, fatta eccezione per il caso degli ascensori.	Vedere paragrafo relativo	Per gli ascensori e altri servizi generali di edifici di abitazione comuni, i dati relativi sono allo studio.
Alberghi, ospedali, collegi	0,75	-1 per l'apparecchio di maggiore potenza;  -0,75 per il secondo;  -0,50 per gli altri	-1 per l'apparecchio di maggiore potenza;  -0,75 per gli altri	0,5	-3 per il motore dell'ascensore di maggiore potenza;  -1 per il successivo ascensore;  -0,7 per tutti gli altri ascensori
Uffici e negozi	0,90	-1 per l'apparecchio di maggiore potenza;		0,5	-3 per il motore dell'ascensore di maggiore potenza;

		-0,50 per il secondo; -0,25 per gli altri			-1 per il successivo ascensore;  -0,7 per tutti gli altri ascensori
--	--	----------------------------------------------	--	--	---------------------------------------------------------------------------

*Coefficienti per la valutazione del carico convenzionale delle colonne montanti che alimentano appartamenti di abitazione*

<b>unità di impianto alimentate</b>	<b>valore del coefficiente</b>
1	1
da 2 a 4	0,8
da 5 a 10	0,5
11 e oltre	0,3

### Impianti trifasi

Negli impianti trifasi (per i quali non è prevista una limitazione della potenza contrattuale da parte dell'ENEL) non è possibile applicare la procedura sopra descritta. Il dimensionamento dell'impianto sarà determinato, di volta in volta, secondo i criteri della buona tecnica, tenendo conto delle norme CEI. In particolare, le condutture devono essere calcolate in funzione della potenza impegnata, che si ricava nel seguente modo:

- potenza assorbita da ogni singolo utilizzatore (P1-P2-P3- ecc.), intesa come la potenza di ogni singolo utilizzatore (Pu), moltiplicata per un coefficiente di utilizzazione (Cu):

$$P1 = Pu * Cu;$$

- potenza totale per la quale devono essere proporzionati gli impianti (Pt), intesa come la somma delle potenze assorbite da ogni singolo utilizzatore (P1-P2-P3- ecc.), moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità (Cc):

$$Pt = (P1 + P2 + P3 + P4 + ....+ Pn) * Cc$$

Le condutture e le relative protezioni, che alimentano i motori per ascensori e montacarichi, devono essere dimensionate per una corrente pari a 3 volte quella nominale del servizio continuativo; se i motori sono più di uno (alimentati dalla stessa conduttura), si applica il coefficiente della Tabella di cui al paragrafo 12.4.

La sezione dei conduttori sarà quindi scelta in relazione alla potenza da trasportare, tenuto conto del fattore di potenza, e della distanza da coprire.

Si definisce corrente d'impiego di un circuito (Ib), il valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito. Essa si calcola in base alla potenza totale ricavata dalle precedenti Tabelle, alla tensione nominale e al fattore di potenza. Si definisce portata a regime di un conduttore (Iz), il massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato. Essa dipende dal tipo di cavo e dalle condizioni di posa ed è

indicata nella Tabella CEI-UNEL 35024. Il potere d'interruzione degli interruttori automatici deve essere di almeno 4500 A, salvo diversa comunicazione dell'ENEL.

Gli interruttori automatici devono essere tripolari o quadripolari con 3 poli protetti.

#### **4.25 IMPIANTI DI SEGNALAZIONE COMUNI PER USI CIVILI ALL'INTERNO DI FABBRICATI**

##### Tipi di impianto

Le disposizioni che seguono si riferiscono agli impianti di segnalazioni acustiche e luminose del tipo di seguito riportato:

- a) chiamate semplici a pulsanti, con suoneria (ad esempio, per ingressi);
- b) segnali di allarme per ascensori e simili (obbligatori);
- c) chiamate acustiche e luminose, da vari locali di una stessa utenza (appartamenti o raggruppamenti di uffici);
- d) segnalazioni di vario tipo, ad esempio, per richiesta di udienza, di occupato, ecc.;
- e) impianti per ricerca di persone;
- f) dispositivo per l'individuazione delle cause di guasto elettrico.

##### Alimentazione

Per gli impianti di tipo b) è obbligatoria l'alimentazione principale (con batterie di accumulatori, con tensione da 6 a 24 V).

Per gli impianti del tipo a), c) e d) l'alimentazione sarà fornita, ad una tensione massima di 24 V, da un trasformatore di sicurezza, montato in combinazione con gli interruttori automatici e le altre apparecchiature componibili.

In particolare, gli impianti del tipo a) saranno realizzati con impiego di segnalazioni acustiche modulari, singole o doppie, con suono differenziato, con trasformatore incorporato per l'alimentazione e il comando.

La diversificazione del suono consentirà di distinguere le chiamate esterne (del pulsante con targhetta fuori porta), da quelle interne (dei pulsanti a tirante, ecc.). Le segnalazioni acustiche e i trasformatori si monteranno all'interno del contenitore d'appartamento.

In alternativa, si potranno installare suonerie a più torri componibili nella serie da incasso, per la chiamata dal pulsante con targhetta, e segnalatore di allarme (tipo BIP-BIP), per la chiamata dal pulsante a tirante dei bagni, sempre componibili nella serie da incasso.

##### Trasformatori e loro protezioni

La potenza effettiva nominale dei trasformatori non dovrà essere inferiore alla potenza assorbita dalle segnalazioni alimentate. Tutti i trasformatori devono essere conformi alla norma CEI 14.

##### Circuiti

I circuiti degli impianti considerati in questo Articolo, le loro modalità di esecuzione, le cadute di tensione massime ammesse, nonché le sezioni ed il grado di isolamento minimo ammesso per i relativi conduttori. I circuiti di tutti gli impianti considerati in questo Articolo devono essere completamente indipendenti da quelli di altri servizi. La sezione minima dei conduttori non deve essere comunque inferiore a 1 mm<sup>2</sup>.

Materiale vario di installazione

Per le prescrizioni generali si rinvia all'Articolo 28. In particolare, per questi impianti, si prescrivono:

- Pulsanti: Il tipo dei pulsanti sarà scelto a seconda del locale dove saranno installati: a muro, da tavolo, a tirante per bagni a mezzo cordone di materiale isolante, secondo le norme e le consuetudini. Gli allacciamenti per i pulsanti da tavolo saranno fatti a mezzo di scatole di uscita con morsetti, o mediante uscita passacavo, con estetica armonizzante con quella degli altri apparecchi (vedere anche la norma CEI 64-11).

- Segnalatori luminosi: I segnalatori luminosi devono consentire un facile ricambio delle lampadine.

#### **4.26 IMPIANTI DI PORTIERE ELETTRICO**

Impianto

L'impianto deve essere composto da:

- un posto esterno, con lampada interna, costituito da 1 o più pulsanti (a seconda del numero dei posti interni), agenti su uno o più ronzatori;
- gruppo fonico composto da microfono e altoparlante, in comunicazione con i citofoni installati negli appartamenti;
- un alimentatore con circuiti protetti contro le sovracorrenti;
- alimentazione della serratura elettrica sul cancello o sul portone azionata da pulsanti interni.

Apparecchi

I pulsanti e la tastiera esterni devono essere in materiale non igroscopico e costruiti in modo che non sia possibile lo smontaggio senza l'uso di attrezzi.

Il gruppo fonico deve avere caratteristiche tali da consentire una buona ricezione e trasmissione anche in caso di infiltrazioni di umidità od acqua. I citofoni interni devono essere da parete/incasso/tavolo ed essere completi di pulsante apriporta e ronzatore per la chiamata. In caso di alloggi disposti su più piani, deve essere possibile l'installazione di altri citofoni in parallelo.

#### **4.27 IMPIANTI DI CITOFONI**

Si definiscono tali, le apparecchiature a circuito telefonico, indipendente, per la trasmissione della voce mediante microtelefono.

Per esemplificazione, si descrivono gli elementi di un classico tipo di impianto citofonico per comunicazione tra portineria e appartamenti:

- centralino di portineria a tastiera selettiva, con sganciamento automatico e segnalazione luminosa dotata di un circuito che assicuri la segretezza delle conversazioni;
- commutatore (eventuale) per il trasferimento del servizio notturno dal centralino al posto esterno o portiere elettrico;
- citofoni degli appartamenti, installati a muro od a tavolo, in posto conveniente nell'anticamera o vicino alla porta della cucina;
- alimentatore installato vicino al centralino;
- collegamenti effettuati tramite montanti in tubazioni incassate e ingresso ad ogni singolo appartamento in tubo incassato.

L'Amministrazione appaltante preciserà:

- se l'impianto debba essere previsto per conversazioni segrete o non segrete e per quante coppie contemporanee di comunicazioni reciproche;
- se i vari posti debbano comunicare tutti con un determinato posto (centralino) e viceversa, ma non fra di loro;
- se i vari posti debbano comunicare tutti fra loro reciprocamente, con una o più comunicazioni per volta;
- se i centralini, tutti muniti di segnalazione ottica, debbano essere del tipo da tavolo o da muro, sporgenti o per incasso;
- se gli apparecchi debbano essere del tipo da tavolo o da muro, specificandone altresì il colore;
- se l'impianto debba essere munito o meno del commutatore per il servizio notturno;
- se per il servizio notturno è previsto un portiere elettrico, oppure un secondo centralino, derivato dal primo e ubicato in locale diverso dalla portineria.

Alimentazione

È tollerata un'alimentazione a pile, soltanto per un impianto costituito da una sola coppia di citofoni. In tutti gli altri casi si dovrà provvedere, in alternativa:

- un alimentatore apposito, derivato dalla tensione di rete e costituito dal trasformatore, dal raddrizzatore e da un complesso filtro per il livellamento delle uscite in corrente continua. Tale alimentatore dovrà essere protetto con una cappa di chiusura;
- una batteria di accumulatori.

La tensione sarà corrispondente a quella indicata dall'Impresa costruttrice dei citofoni per il funzionamento degli stessi.

Materiale vario

Gli apparecchi ed i microtelefoni dovranno essere in materiale plastico nel colore richiesto dall'Amministrazione appaltante. La suoneria o il ronzatore saranno incorporati nell'apparecchio.

#### **4.28 PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO TELEFONICO**

In ogni alloggio, ufficio e locali simili devono essere previste le tubazioni destinate a contenere i cavi telefonici della TELECOM.

L'Impresa aggiudicataria deve provvedere all'installazione delle tubazioni, delle scatole di derivazione, delle scatole porta prese, in conformità alle disposizioni della TELECOM.

L'impianto telefonico (o per filodiffusione) deve essere separato da ogni altro impianto.

Un riferimento è costituito dalla CEI 103 (varie parti).

Per un eventuale cablaggio si tenga presente la norma CEI 306-2.

#### **4.29 IMPIANTI SPECIALI IN LUOGHI CON PERICOLO DI ESPLOSIONE**

Per impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione l'Amministrazione appaltante indicherà le caratteristiche e l'uso dei luoghi, individuerà i centri di pericolo, la classe dei luoghi, le zone pericolose e determinerà il tipo di impianto di sicurezza da adottare (vedere la norma CEI 0-2).

#### **4.30 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI**

Le misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti devono rispettare la Norma CEI 64-8.

La protezione può essere attuata con i seguenti accorgimenti:

- protezione mediante bassissima tensione di sicurezza e di protezione (sistemi Selv e Pelv);
- protezione mediante bassissima tensione di protezione funzionale (sistemi Felv);
- protezione totale
- protezione parziale
- protezione addizionale
- protezione con impiego di componenti di classe II o con isolamento equivalente
- protezione per separazione elettrica
- protezione per mezzo di locali isolanti;
- protezione per mezzo di locali resi equipotenziali non connessi a terra;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria senza propria cabina di trasformazione “ Sistema TT”;
- protezione con interruzione automatica del circuito;
- protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione “ Sistema TN”.

#### **4.31 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE CONTRO LE SOVRACORRENTI E I CORTO CIRCUITI**

La protezione delle condutture elettriche contro le sovracorrenti deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- all'inizio della conduttura;
- alla fine della conduttura;
- in un punto qualsiasi della conduttura.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi debbono essere installate all'inizio della conduttura.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.

Sono ammessi 3,00 m di distanza dall'origine della conduttura purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente alle due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- venga realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito;
- venga realizzato in modo che anche in caso di corto circuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

E' possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, per esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.

In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

#### **4.32 VERIFICHE DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal Direttore dei Lavori secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma CEI 64-8:

- art. 611. Esame a vista;
- art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

- 1) esame a vista
- 3) rilievi strumentali;
- 4) calcoli di controllo.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

#### **4.33 ESAME A VISTA**

L'esame a vista (norma CEI 64-8), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto ed ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti; l'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto o alle fine dei lavori.

L'esame vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

#### **Verifica qualitativa e quantitativa**

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare :

- la rispondenza qualitativa dei materiali ed apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto ed ai dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione: individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;

- la compatibilità con l'ambiente: accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; possibile, eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli, per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc. ).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o altri marchi equivalenti, in caso contrario l'impresa deve fornire apposita certificazione.

Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.

L'analisi in sintesi deve riguardare:

Oggetto	Accertamenti
a) sfilabilità	- estrazione di uno o più cavi dai condotti - mantenimento della calibratura interna
b) dimensione dei tubi	- diametro interno maggiore o uguale a 10 mm
c) rispondenza normativa dei tubi	- verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame; in caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto; qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.

Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che in generale sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia devono essere conformi alla norma CEI 23-14 V1.

I tubi protettivi rigidi ed accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista devono essere conformi alla norma UNEL 37118/72 e 37117-72.

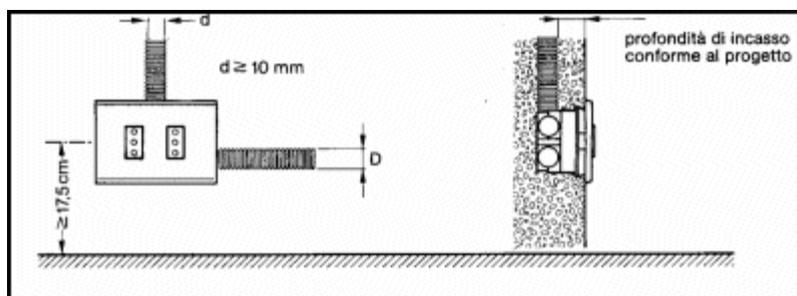
## Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

### Verifica dei tracciati per le condutture incassate

La verifica dei tracciati per le condutture incassate deve riguardare:

Oggetto	Accertamenti
a) tubi incassati sotto intonaco:	- linearità (orizzontale o verticale) dei percorsi
b) prese a parete	- altezza non inferiore a 17,5 dal pavimento.



### Criteri di installazione degli impianti incassati e similari

#### Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato; per la verifica si farà riferimento alla norme CEI-64.8. e CEI 70-1. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (International Protection) seguite da due cifre indicanti la prima il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e

la penetrazione dannosa dell'acqua, es. IP 55. Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione., es IP20, indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua.

Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti ad impianti AD-FT per locali caldaia e simili.

I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce inoltre che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

Devono essere oggetto di verifica:

Oggetto	Accertamenti
a) componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua).	grado di protezione = IP 21
b) componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento > 60° dalla verticale.	grado di protezione = IP 23
c) componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie.	grado di protezione = IP 34
d) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi.	grado di protezione = IP 55
e) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi.	grado di protezione = IP 66
f) componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere.	grado di protezione = IP 67
g) materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc..	- certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore - rispondenza alle indicazioni progettuali

#### Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8 e CEI 11-8), per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. n. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Aziende Unità Sanitarie Locali (ASL) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ). Ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;

- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
  - collegamenti: Si deve controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
  - continuità: Bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e l'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
  - tracciato e sezionabilità: I conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;
  - sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera, in caso contrario è consigliabile eseguire dei sondaggi.
- Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installati le seguenti apparecchiature:

- ZONA 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;
- ZONA 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) ed altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza con tensione nominale non superiore a 25V e grado di protezione non inferiore a IP X4;
- ZONA 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione invece prevista per le condutture incassate ad una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato debbono essere collegati al conduttore equipotenziale;

- ZONA 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

Devono essere oggetto di verifica:

Oggetto	Accertamenti
a) collegamenti equipotenziali delle tubazioni	collegamento al morsetto di terra di: - tubazione acqua calda e fredda in ingresso e/o in uscita dal locale - tubazione gas in ingresso e/o in uscita dal locale - tubazione termosifoni in ingresso e/o in uscita dal locale - tubazione metallica di scarico - masse estranee
b) condutture equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee	- sezioni = 2,5 mm <sup>2</sup> (4 mm <sup>2</sup> se non protette) - collari e morsetti idonei al buon collegamento - ispezionabilità delle connessioni
c) prese ed apparecchi di comando	- ubicazione fuori dalle zone 0-1-2 - esistenza di interruttore differenziale
d) apparecchi illuminanti	- di tipo a doppio isolamento con grado di protezione = IP X4
e) altri apparecchi	- grado di protezione = IP X1 - ubicazione fuori dalle zone 0-1-2
f) scaldacqua- elettrico	- la rispondenza a norme CEI con Marchio Italiano di Qualità - il collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1
g) condutture	- scatole di derivazione fuori dalle zone 0-1-2 - linee in tubo di materiale isolante se incassate a profondità = 5 cm

Verifica delle condutture, cavi e connessioni

La verifica ha lo scopo di verificare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto delle norme CEI:

1, 5 mm<sup>2</sup>: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette ;

0,5 mm<sup>2</sup> : circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;

- colori distintivi :

colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;

colore blu chiaro per il neutro

altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;

- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (Norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm <sup>2</sup> )	Flessibili (mm <sup>2</sup> )	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio. Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificata che la distanza dell'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando: sezionamento o interruzione per motivi elettrici, interruzione per motivi non elettrici, comando funzionale e comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento lo scopo di accertare la presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica ad altro sugli impianti e macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, verificando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- apparecchi d'emergenza telecomandati

Devono essere oggetto di verifica:

- a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- b) condutture;
- c) involucri protetti;
- d) numero dei poli degli interruttori;
- e) interruttore generale;
- f) impianto di messa a terra.

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

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

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

Verifica del rispetto delle prescrizioni del D.M. n. 236/1989, in merito alla collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando ed i citofoni, devono essere per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto.

Gli interruttori inoltre devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente del tipo a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap e i soggetti anziani.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989, richiamato dal D.M. n. 503/1996, consigliano che i terminali degli impianti siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento. In particolare si ha:

Elemento	Altezze previste dal D.M. n. 236/1989	Altezza consigliata
interruttori:	tra 60 cm e 140 cm	tra 75 cm e 140 cm
campanello e pulsante di comando	tra 40 e 140 cm	tra 60 cm e 140 cm
pulsanti bottoniere ascensori	tra 110 e 140 cm	pulsante più alto 120 cm
prese luce	tra 45 cm e 115 cm	tra 60 cm e 110 cm
citofono	tra 110 cm e 130 cm	120 cm
telefono	tra 100 cm e 140 cm	120 cm

I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, debbono essere collocati in posizione facilmente percettibile visivamente ed acusticamente.

#### 4.34 PROVE DI VERIFICA E CONTROLLI

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

Le prove possono riguardare:

- prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica caduta di tensione.

Prova della continuità dei conduttori di protezione

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma CEI 64-8, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e sui conduttori terra (CT).

Prova di funzionamento alla tensione nominale

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali ed i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori ad interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

Prova d'intervento degli interruttori differenziali

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a 0,5 IDn, il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a 1,1 IDn, il differenziale deve intervenire.

Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma CEI 64-8, art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

Misura della resistenza del dispersore

a) dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:

La misura della resistenza del dispersore (norma CEI 64-8, art. 612.6.2.) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;

- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto con tensione di alimentazione a vuoto di 125 - 220 V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

b) dispersore di grandi dimensioni:

La resistenza del dispersore può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma CEI 64-8, art. 612.6.3.) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma CEI 64-8) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

Misura della caduta di tensione

La misura della caduta di tensione (DV), allo studio della norma CEI-64-8, art. 612.11, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1 quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con

simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

Misura dei segnali in uscita alle prese TV

La misura dei segnali in uscita alle prese TV, ha lo scopo di accertare che i segnali disponibili siano contenuti entro i limiti e minimi e massimi stabiliti dalle norme CEI.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- prese TV vicine all'amplificatore;
- prese TV lontane dall'amplificatore;
- prese TV adiacenti agli impianti centralizzati;
- ad ogni presa TV.

L'accertamento deve effettuarsi su tutte le bande di frequenza distribuite nei periodi di trasmissione del monoscopio in modo da controllare non solamente la presenza del colore e la quantità del segnale, ma anche l'eventuale presenza di riflessioni o distorsioni dell'immagine.

#### **4.35 CALCOLI DI CONTROLLO**

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma CEI 64-8.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori ed i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma CEI 64-8.

Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare ed a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

#### **4.36 VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE**

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.

##### **4.36.1 ESAME A VISTA**

L'esame a vista è condotto dal Direttore dei Lavori sulla base della documentazione di progetto, dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali ed in particolare del capitolato speciale d'appalto.

##### **4.36.2 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE INTERNA**

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto,
- del contrasto del testo stampato con inchiostro nero su carta bianca.

Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità

- Misura dell'illuminamento medio

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni contrattuali.

In particolare l'analisi deve riguardare:

a) impianti di illuminazione generale:

- illuminamento massimo in lux  $\geq$  dati di progetto

- lux max/lux min  $\leq$  dati di progetto;

b) impianti di illuminazione concentrata :

- illuminamento medio sul piano interessato  $\geq$  dati di progetto;

c) impianti di illuminazioni esterna :

- illuminamento minimo nell'area illuminata lux  $\geq$  dati di progetto

- lux max/lux min  $\leq$  4 (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale; durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro con precisione non inferiore a 5% posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

Valori di illuminamento raccomandati

<b>Compito visivo</b>	<b>Ambiente</b>	<b>Illuminamento (Lux)</b>
Visione generale	Scale, corridoi	70 - 100
Lavori manuali grossolani	Magazzini	100 - 200
Lettura, scrittura	Uffici	200 - 400
Studio e lavori impegnativi	Scuole	300 - 500
Disegno e lavori di precisione	Uffici tecnici, laboratori	oltre 500

Misura di luminanza nel campo visivo

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza, sulle superfici, l'angolo di apertura dello strumento è solitamente  $\leq 1^\circ$ . Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure:

- del compito visivo;

- dello sfondo che contiene il compito visivo;

- delle zone periferiche circostanti al compito visivo;

- verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

Abbagliamento

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi ad ogni apparecchio che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito ad ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento deve essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio ed l'osservatore rivolto verso lo stesso.

Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Per interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

Classi di qualità per la resa del contrasto (CIE, Publication, n. 29.2, 1986)

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF.R	Aree di applicazione per la lettura e scrittura
I	$\geq 1,00$	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi, per esempio: sale per composizione tipografica
II	$\geq 0,85$	Materiali lucidi usati saltuariamente, per esempio: uffici e scuole normali
III	$\geq 0,70$	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti, per esempio: scuole e certi tipi di uffici

#### 4.36.3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

La verifica degli impianti di illuminazione esterna è basata su misure relative alla determinazione:

- illuminamento medio;
- abbagliamento prodotto sulla carreggiata stradale.

La misura della luminanza sulla carreggiata, secondo le raccomandazioni CIE, devono essere eseguiti ai nodi un reticolo avente le seguenti prescrizioni:

- senso longitudinale: maglia con lato non superiore ad un 1/3 dell'interdistanza tra i centri luminosi;

- senso trasversale: minimo due punti per ogni corsia di marcia.

La misura della luminanza è eseguita con un luminanzometro posto ad un'altezza di 150 cm dalla carreggiata e con inclinazione di 1° al di sotto dell'orizzontale; l'illuminamento è misurato con un luxmetro in questo caso dotato di cupola diffondente.

Misura dell'abbagliamento

La misura dell'abbagliamento consiste nella misura della luminanza velante dovuta ai proiettori Lvi e della luminanza velante dovuta alla luce Lva. I valori degli indici vanno raccolti in tabelle.

La misura di Lvi può essere eseguita mediante:

- a) l'illuminamento E prodotto da tutte le sorgenti di luce misurato all'altezza dell'occhio in un piano perpendicolare alla direzione di osservazione considerata;
- b) misura degli angoli compresi fra la direzione di osservazione e le direzioni di provenienza della luce emessa da tutti gli apparecchi illuminanti.

Le misurazioni devono essere eseguite a 150 cm dal suolo. La misura dei proiettori installati su un sostegno va effettuata schermato l'apparecchio luminoso da tutte le radiazioni luminose non appartenenti al sostegno in oggetto. In caso di proiettori disposti su file continue, si dividerà ogni fila in segmenti che sottendono angoli superiori a 5°, e per ciascuno di essi dovrà considerarsi una misura rivolta verso il suo centro. Durante le misure devono essere schermate le radiazioni luminose provenienti dai proiettori limitrofi.

Misura del colore della luce

La misura del colore della luce incidente l'area di gioco viene effettuata posizionando un colorimetro nei centri dei quattro quadranti in cui può suddividersi l'area di gioco, ad un'altezza di 150 cm dal suolo.

## **5 NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

### **5.1 QUADRI ELETTRICI RELATIVI ALLE CENTRALI, TUBI PROTETTIVI, ECC.**

I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.

### **5.2 CANALIZZAZIONI E CAVI**

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.

I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm<sup>2</sup>, morsetti fissi oltre tale sezione.

Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

### ***5.3 APPARECCHIATURE IN GENERALE E QUADRI ELETTRICI***

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contatori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contatori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- il numero dei poli;
- la tensione nominale;
- la corrente nominale;
- il potere di interruzione simmetrico;
- il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello), comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato. Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

#### **5.4 OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI**

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce per la posa di tubazioni, cassette di derivazione, ecc., per impianti (idrico-sanitario, elettrico, riscaldamento, climatizzazione, ecc.), predisposizione e formazione di fori, nicchie per quadri elettrici, collettori, ecc.;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per l'esecuzione degli impianti;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.