

## DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------|
| COMMITTENTE<br><b>SCR Piemonte</b>                                                                                  |                                                                                                                                                                     | COMUNE<br><b>Città di TORINO</b>                                                                           |                                            |             |
| LIVELLO PROGETTUALE<br><b>PROGETTO ESECUTIVO</b>                                                                    |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
| CUP<br><b>C14E21001220001</b>                                                                                       | TITOLO INTERVENTO<br><b>TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO”<br/>REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO<br/>NUOVO</b> |                                                                                                            |                                            |             |
| CODICE OPERA<br><b>22044D02</b>                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
| ELABORATO N.<br><b>GE632</b>                                                                                        | TITOLO ELABORATO<br><b>Capitolato Speciale d'Appalto - Parte II Prestazionale - Impianti<br/>Meccanici</b>                                                          |                                                                                                            |                                            |             |
| DATA EMISSIONE<br><b>22/05/2025</b>                                                                                 | SCALA<br>-                                                                                                                                                          | AREA PROGETTUALE<br><b>IMPIANTI MECCANICI</b>                                                              |                                            |             |
| FORMATO DI STAMPA<br>A4                                                                                             | CODICE GENERALE ELABORATO<br>22044D02_3_0_E_GE_00_DB_632_0                                                                                                          |                                                                                                            | NOME FILE<br>22044D02_3_0_E_GB_00_DB_632_0 |             |
| VERSIONE                                                                                                            | DATA                                                                                                                                                                | DESCRIZIONE                                                                                                | REDATTO                                    | CONTROLLATO |
| 0                                                                                                                   | 22/05/2025                                                                                                                                                          | Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS                      | MAN                                        | MAN         |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
| IMPRESA AGGIUDICATARIA                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
|                                   |                                                                                                                                                                     | COBAR S.p.A.<br>Sede Legale: Via Selva 101;<br>Sede Amm.: Via Monte Pollino 3<br>70022 Altamura (Ba) Italy |                                            |             |
| RTP PROGETTAZIONE                                                                                                   |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
| Capogruppo Mandataria:                                                                                              |                                                                                                                                                                     | Integrazione Prestazioni Specialistiche:                                                                   |                                            |             |
|  ABDR Architetti Associati S.r.l. |                                                                                                                                                                     | Arch. Michele Beccu - ABDR Architetti Associati S.r.l.                                                     |                                            |             |
| Mandanti:                                                                                                           |                                                                                                                                                                     | Progettazione Categoria Edilizia - Beni Tutelati:                                                          |                                            |             |
|  MJW STRUCTURES                  |                                                                                                                                                                     | Arch. Filippo Raimondo - ABDR Architetti Associati S.r.l.                                                  |                                            |             |
|  Manens S.p.A.                    |                                                                                                                                                                     | Progettazione Categoria Strutture                                                                          |                                            |             |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     | Ing. Massimo Majowiecki - MJW STRUCTURES                                                                   |                                            |             |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     | Progettazione Impianti Elettrici e Speciali                                                                |                                            |             |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     | Ing. Massimo Cadorin - Manens S.p.A.                                                                       |                                            |             |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     | Progettazione Impianti Meccanici                                                                           |                                            |             |
|                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     | Ing. Viliam Stefanutti - Manens S.p.A.                                                                     |                                            |             |
| Dott. Geol. Roberto Salucci                                                                                         |                                                                                                                                                                     | Geologo                                                                                                    |                                            |             |
| Biobyte s.r.l. Ing. Maria Cairoli<br>Dott. Enrico Moretti                                                           |                                                                                                                                                                     | Consulenti Acustica sala<br>Consulenti Comfort acustico ambientale                                         |                                            |             |
| Ing. Roberto De Lieto Vollaro<br>Ing. Alessandro Leonardi                                                           |                                                                                                                                                                     | Consulenti Progettazione Antincendio                                                                       |                                            |             |
| Arch. Laura Calcagnini                                                                                              |                                                                                                                                                                     | Consulente Ambiente/DNSH                                                                                   |                                            |             |
| Timbri e Firme                                                                                                      |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
| Documento firmato digitalmente                                                                                      |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
| COMMITTENTE                                                                                                         |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
|  SCR PIEMONTE S.p.A.             |                                                                                                                                                                     | Responsabile del Procedimento:<br>Arch. Bruno Smania                                                       |                                            |             |
| ORGANISMO DI CONTROLLO                                                                                              |                                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                            |             |
| CONTECO S.p.A.                                                                                                      |                                                                                                                                                                     | Responsabile di Commessa:<br>Ing. Tiziana Costanzo                                                         |                                            |             |

## INDICE

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PREMESSA .....                                                                                 | 6  |
| 1° PARTE – ELEMENTI TECNICI.....                                                               | 7  |
| 1 GENERALITA' SULL'APPALTO .....                                                               | 8  |
| 1.1 Oggetto delle opere .....                                                                  | 8  |
| 1.2 Opere da realizzare .....                                                                  | 8  |
| 1.2.1 Impianti Termomeccanici.....                                                             | 8  |
| 1.2.2 Impianti Antincendio.....                                                                | 8  |
| 1.2.3 Smantellamenti .....                                                                     | 8  |
| 1.2.4 Assistenze murarie .....                                                                 | 8  |
| 1.3 Limiti di fornitura.....                                                                   | 8  |
| 1.4 Esclusioni .....                                                                           | 8  |
| 1.5 Inquadramento dell'appalto ai fini della sicurezza dei lavoratori di cui al D. Lgs 81/08.. | 8  |
| 2° PARTE – DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE OPERE .....                                     | 9  |
| 2 SPECIFICHE TECNICHE E MODALITÀ DI POSA DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI .....                    | 10 |
| 2.1 Descrizione sommaria del complesso.....                                                    | 10 |
| 2.1.1 Caratteristiche edilizie principali .....                                                | 10 |
| 2.2 Elenco degli elaborati .....                                                               | 10 |
| 2.3 Legislazione e normativa di riferimento.....                                               | 10 |
| 2.4 Descrizione delle opere .....                                                              | 10 |
| 2.5 Tubazioni.....                                                                             | 10 |
| 2.5.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                  | 10 |
| 2.5.2 Modalità di posa in opera.....                                                           | 26 |
| 2.5.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                  | 35 |
| 2.6 Valvolame e componenti di linea.....                                                       | 36 |
| 2.6.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                  | 36 |
| 2.6.2 Modalità di posa in opera.....                                                           | 37 |
| 2.6.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                  | 38 |
| 2.7 Apparecchiature accessorie per impianti idronici .....                                     | 38 |
| 2.7.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                  | 38 |
| 2.7.2 Modalità di posa in opera per apparecchiature accessorie per impianto .....              | 39 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.7.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                 | 40 |
| 2.8 Canali di distribuzione dell'aria .....                                                   | 41 |
| 2.8.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                 | 41 |
| 2.8.2 Modalità di posa in opera.....                                                          | 46 |
| 2.8.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                 | 48 |
| 2.9 Dispositivi di linea e terminali per la distribuzione e diffusione dell'aria .....        | 49 |
| 2.9.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                 | 49 |
| 2.9.2 Modalità di posa in opera.....                                                          | 50 |
| 2.9.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                 | 53 |
| 2.10 Isolamenti termici e relative finiture .....                                             | 54 |
| 2.10.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                | 54 |
| 2.10.2 Modalità di posa in opera.....                                                         | 54 |
| 2.10.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                | 60 |
| 2.11 Centrali di trattamento dell'aria componibili.....                                       | 61 |
| 2.11.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                | 61 |
| 2.11.2 Modalità di posa in opera.....                                                         | 71 |
| 2.11.3 Prove, controlli, certificazioni .....                                                 | 72 |
| 2.12 Apparecchiature di ventilazione e trattamento dell'aria .....                            | 73 |
| 2.12.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                | 73 |
| 2.12.2 Modalità di posa in opera.....                                                         | 75 |
| 2.12.3 Prove, controlli, certificazioni .....                                                 | 75 |
| 2.13 Apparecchi di scambio termico (scambiatori di calore) e simili .....                     | 78 |
| 2.13.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                | 78 |
| 2.13.2 Modalità di posa in opera.....                                                         | 78 |
| 2.13.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                | 79 |
| 2.14 Unità terminali e corpi scaldanti/raffreddanti .....                                     | 80 |
| 2.14.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                | 80 |
| 2.14.2 Modalità di posa in opera.....                                                         | 81 |
| 2.14.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                | 83 |
| 2.16 Apparecchiature per la produzione di freddo e simili .....                               | 84 |
| 2.16.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                | 84 |
| 2.16.2 Fluidi frigoriferi e caratteristiche tecniche specifiche dei componenti di progetto .. | 85 |
| 2.16.3 Modalità di posa in opera.....                                                         | 86 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.16.4 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 87  |
| 2.17 Apparecchi - componenti relativi a geotermia – fonti energetiche rinnovabili – cogenerazione .....       | 88  |
| 2.17.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                                | 88  |
| 2.17.2 Modalità di posa in opera .....                                                                        | 89  |
| 2.17.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 90  |
| 2.18 Elettropompe (compresi circolatori) .....                                                                | 90  |
| 2.18.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                                | 90  |
| 2.18.2 Modalità di posa in opera .....                                                                        | 91  |
| 2.18.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 92  |
| 2.19 Apparecchiature di stoccaggio, pressurizzazione e trattamento dell'acqua – impianti di irrigazione ..... | 93  |
| 2.19.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                                | 93  |
| 2.19.2 Modalità di posa in opera .....                                                                        | 94  |
| 2.19.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 97  |
| 2.20 Apparecchiature e provvedimenti antincendio .....                                                        | 97  |
| 2.20.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                                | 97  |
| 2.20.2 Modalità di posa in opera per apparecchiature e dispositivi antincendio .....                          | 102 |
| 2.20.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 106 |
| 2.22 Strumentazione e apparecchi di misura .....                                                              | 108 |
| 2.22.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                                | 108 |
| 2.22.2 Modalità di posa in opera .....                                                                        | 108 |
| 2.22.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 109 |
| 2.24 Apparecchi e componenti di base per regolazione automatica .....                                         | 111 |
| 2.24.1 Caratteristiche tecniche generali .....                                                                | 111 |
| 2.24.2 Modalità di posa in opera per apparecchi e componenti di base per regolazione automatica .....         | 111 |
| 2.24.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 113 |
| 2.25 Apparecchiature impianti elettrici di pertinenza degli impianti termomeccanici                           | 113 |
| 2.25.1 Specifiche tecniche generali .....                                                                     | 113 |
| 2.25.2 Modalità di posa in opera .....                                                                        | 134 |
| 2.25.3 Prove, controlli e certificazioni .....                                                                | 141 |

|        |                                                                                    |     |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.26   | Tracciamento termico delle condotte/tubazioni e relativo valvolame .....           | 146 |
| 2.26.1 | Caratteristiche tecniche generali .....                                            | 146 |
| 2.26.2 | Modalità di posa in opera.....                                                     | 151 |
| 2.26.3 | Prove, controlli e certificazioni .....                                            | 152 |
| 2.28   | Protezione antisismica degli impianti.....                                         | 153 |
| 2.28.1 | Caratteristiche tecniche generali .....                                            | 153 |
| 2.28.2 | Modalità di posa in opera.....                                                     | 153 |
| 2.30   | Limitazione dei fenomeni di vibrazioni e della rumorosità provocata dagli impianti | 163 |
| 2.30.1 | Specifiche tecniche generali.....                                                  | 163 |
| 2.32   | Demolizione, smantellamento e recupero di impianti o parti di essi.....            | 165 |
| 2.32.1 | Caratteristiche tecniche generali .....                                            | 165 |
| 2.32.2 | Modalità esecutive .....                                                           | 165 |

## PREMESSA

Il presente elaborato "Capitolato Speciale D'Appalto – Parte II prestazionale" nel seguito denominato anche CSA, ha lo scopo di illustrare sotto il profilo tecnico il progetto degli impianti in modo da definire esattamente i contenuti dell'Appalto.

L'elaborato è suddiviso in due parti:

### 1° Parte – Elementi tecnici

- "Generalità sull'Appalto", individua gli elementi di carattere tecnico, definisce l'oggetto delle opere ed i limiti dell'Appalto;

### 2° Parte – Descrizione e caratteristiche delle opere

In tale parte sono illustrate le scelte tecnico progettuali, le caratteristiche principali del complesso e le modalità di posa dei componenti impiantistici.

- "Specifiche tecniche e modalità di posa componenti impiantistici"; fa riferimento alle caratteristiche generali e particolari di apparecchiature e di materiali da installare, senza alcun riferimento alla destinazione ed alle specifiche dimensionali tipiche del progetto. Si deve far riferimento, dunque a questa parte per le caratteristiche dei materiali e per le modalità di posa, per le loro proprietà fisico dimensionali.

Per le specifiche tecniche delle apparecchiature che si configuravano come "nuovo prezzo" nel PFTE del Teatro Nuovo, si rimanda ai relativi elaborati.

## **1° PARTE – ELEMENTI TECNICI**



## 1 GENERALITA' SULL'APPALTO

### 1.1 Oggetto delle opere

Oggetto delle opere è la fornitura e messa in opera degli impianti meccanici a servizio del Teatro Nuovo di Torino, che nascerà all'interno del complesso di Torino Esposizioni situato tra corso Massimo d'Azeglio, corso Raffaello e Parco del Valentino a Torino.

I nuovi impianti e le relative apparecchiature dovranno essere forniti completamente ultimati, eseguiti secondo le buone regole dell'arte, la normativa tecnica e le prescrizioni del presente elaborato, nonché perfettamente messi a punto, provati e funzionanti.

### 1.2 Opere da realizzare

#### 1.2.1 Impianti Termomeccanici

- Implementazione centrale termofrigorifera Biblioteca Centrale con nuova pompa di calore ad acqua e gruppi di pompaggio per il Teatro Nuovo
- Sottocentrale di distribuzione e produzione acqua calda sanitaria al piano interrato della Torre Scenica
- Centrali di trattamento aria e sistemi di estrazione dedicati
- Impianti di climatizzazione ambiente
- Sistemi specifici di raffreddamento locali elettrici
- Impianti idricosanitari e di scarico e produzione acqua calda sanitaria

#### 1.2.2 Impianti Antincendio

- Sistema di pressurizzazione e riserva idrica antincendio rete sprinkler;
- Rete distribuzione sistemi di protezione idrica (idranti e sprinkler)
- Sistemi di estrazione forzata fumo e calore SEFFC

#### 1.2.3 Smantellamenti

È compreso il totale smantellamento degli impianti meccanici e antincendio esistenti, in quanto obsoleti ed in stato di sostanziale abbandono, oltre ad essere in ogni caso inadeguati alla nuova destinazione d'uso.

#### 1.2.4 Assistenze murarie

Si faccia riferimento alla Relazione Specialistica Impianti Meccanici e all'Elenco Prezzi Unitari

### 1.3 Limiti di fornitura

Si faccia riferimento alla Relazione Specialistica Impianti Meccanici

### 1.4 Esclusioni

Si faccia riferimento alla Relazione Specialistica Impianti Meccanici

### 1.5 Inquadramento dell'appalto ai fini della sicurezza dei lavoratori di cui al D. Lgs 81/08

Si faccia riferimento al Piano di Sicurezza dell'Opera.



## **2° PARTE – DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE OPERE**

## 2 SPECIFICHE TECNICHE E MODALITÀ DI POSA DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI

### 2.1 Descrizione sommaria del complesso

#### 2.1.1 Caratteristiche edilizie principali

L'edificio è caratterizzato da:

- grande spazio di ingresso su due livelli
- sala principale
- torre scenica con un piano interrato in parte suddiviso su due piani (in corrispondenza di aree spogliatoi)
- corpi laterali su due livelli più un piano tecnico soprastante

### 2.2 Elenco degli elaborati

Si faccia riferimento al documento Elenco Elaborati

### 2.3 Legislazione e normativa di riferimento

Si faccia riferimento alla Relazione Specialistica Impianti Meccanici

### 2.4 Descrizione delle opere

Si faccia riferimento alla Relazione Specialistica Impianti Meccanici

### 2.5 Tubazioni

#### 2.5.1 Caratteristiche tecniche generali

##### 2.5.1.1 Generalità

Tutte le tubazioni per le reti di distribuzione dei vari fluidi saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede, e corredate della relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione; il tutto ai sensi della "Direttiva PED" 2014/68/UE e/o del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatte ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza (in particolare la "Direttiva PED" 2014/68/UE, il D.M. del 24/11/1984 e successive modifiche ed integrazioni, ecc.) e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.).

Nelle descrizioni che seguono sono citate in dettaglio tutte le normative cui le tubazioni devono essere conformi, e sulla base anche di quanto detto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che tubazioni non rispondenti saranno rifiutate.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Per le giunzioni delle varie tubazioni si farà riferimento a quanto specificato nelle singole voci descritte nel presente Elaborato.

Il dimensionamento delle tubazioni dovrà esser fatto adottando valori di velocità che non diano luogo a rumorosità di funzionamento o perdite di carico eccessive (ovvero, nei sistemi a pressione a prevalenze e quindi potenze di pompaggio eccessive); i circuiti saranno equilibrati inserendo, ove prescritto e/o necessario, valvole o diaframmi di taratura.

#### 2.5.1.2 Tubazioni in acciaio nero trafilato

Le tubazioni in acciaio nero (ed i relativi collettori) saranno generalmente del tipo trafilato senza saldatura longitudinale (Mannesmann); secondo norma UNI EN 10255:2007 (tubi gas filettabili serie media; diametri espressi in pollici) generalmente da utilizzare fino a diametri di 1"1/2, oppure, a norma UNI EN 10216-1/TR1:2014 (tubi lisci bollitori in acciaio P195GH, per temperature fino a 100 °C, con spessore, per ogni diametro, corrispondente al minimo indicato in tabella 5 della norma; diametri espressi in mm) e a norma UNI 10216-2:2014 (tubi lisci bollitori in acciaio P235GH, per temperature superiori a 100 °C, con spessore, per ogni diametro, corrispondente al minimo indicato in tabella 6 della norma; diametri espressi in mm); per i tubi gas filettabili serie media sarà ammesso (tranne che per gli impianti sprinkler o per applicazioni ad altissima pressione) anche l'uso di tubi saldati, purché ed esclusivamente con processo Fretz-Moon. Per applicazioni particolari (es. vapore, teleriscaldamento, ecc.) invece, potranno essere richieste, a pari prezzo con le precedenti, tubazioni in acciaio nero senza saldatura a norma ASTM A106 GR. B scheda 40 – ANSI B36.

In linea di massima i prezzi in opera saranno differenziati per tubazioni strettamente all'interno di centrali e sottocentrali (fino all'uscita da esse, ovvero all'imbocco di cunicoli, cavedi, gallerie e simili) e per tubazioni all'esterno delle centrali e sottocentrali, ovvero per linee in cunicolo, cavedio, galleria, pipe rack, linee dorsali e di distribuzione interna agli edifici.

La raccorderia, generalmente, sarà di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a "V".

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°. Per quanto riguarda le curve è ammesso di piegare direttamente il tubo (con piega tubi idraulico o meccanico) solo per i diametri inferiori a 40 mm; il tubo piegato non dovrà presentare corrugamenti o stiramenti altrimenti non sarà accettato.

Per l'esecuzione di collegamenti che dovranno essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni - serbatoi o valvole di regolazione - tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi (con tenuta realizzata mediante guarnizione O.R. o metodo analogo) o giunti a flange, ove non consigliabili i giunti a tre pezzi.

Tutte le tubazioni nere saranno accuratamente protette con due mani di vernice antiruggine di colore diverso, o con trattamento protettivo a base di resine epossidiche eseguito direttamente in fabbrica, previa sabbiatura e pulitura delle superfici. La verniciatura protettiva dovrà essere ripresa, dopo avvenuta la posa delle tubazioni, in corrispondenza delle saldature e in tutti i punti in cui risulti danneggiata. Tutte le sbavature dovranno essere eliminate prima della posa in opera.

Le tubazioni da interrare saranno protette da verniciatura antiruggine, con ripresa della protezione in tutte le giunzioni eseguita in opera.

In alternativa alle giunzioni e raccorderia a saldare precedentemente descritte, per i tubi "gas" (UNI EN 10255:2007 serie media) la D.L. si riserva di accettare, a proprio insindacabile giudizio e a pari prezzo, raccorderia e giunzioni a vite-manicotto in ghisa malleabile a cuore bianco e tenuta realizzata con nastro di teflon oppure con appositi mastici sigillanti, fino a 4" compreso. Analogamente, sempre a pari prezzo e a proprio insindacabile giudizio, la D.L. si riserva di accettare anche giunzioni con raccordi a pressione con guarnizione "VICTAULIC" originali o similari (ovvero con certificazione di prova su test secondo ASTM D-2000). Per particolari applicazioni, peraltro, le giunzioni "VICTAULIC" sono espressamente richieste, in quanto necessarie e obbligatorie.

Le tubazioni dovranno portare stampigliati (o essere accompagnate da certificazioni in tal senso) la marcatura CE, il costruttore, l'anno di fabbricazione, il materiale e la corrispondenza alle norme.

Per i tubi filettabili serie media la norma UNI EN 10255 individua univocamente dimensioni e masse lineiche, che vengono per comodità riportati nella tabella che segue:

| TUBI IN ACCIAIO UNI EN 10255 – serie media |          |                      |
|--------------------------------------------|----------|----------------------|
| Diametro (pollici)                         | Spessore | Massa lineica (kg/m) |
| 3/8"                                       | 2,3      | 0,839                |
| 1/2"                                       | 2,6      | 1,21                 |
| 3/4"                                       | 2,6      | 1,56                 |
| 1"                                         | 3,2      | 2,41                 |
| 1"1/4                                      | 3,2      | 3,10                 |
| 1"1/2                                      | 3,2      | 3,56                 |
| 2"                                         | 3,6      | 5,03                 |
| 2"1/2                                      | 3,6      | 6,42                 |
| 3"                                         | 4,0      | 8,36                 |
| 4"                                         | 4,5      | 12,20                |
| 5"                                         | 5,0      | 16,6                 |
| 6"                                         | 5,0      | 19,8                 |

Per i tubi lisci bollitori, per ciascun diametro esterno la norma UNI EN 10216-1 e UNI EN 10216-2 prevedono tutta una gamma di spessori: quelli da usare sono indicati, con la relativa massa lineica, nella tabella seguente:

| <b>TUBI IN ACCIAIO UNI EN 10216-1 (acciaio P195GH) e UNI EN 10216-2 (acciaio P235GH)</b> |                 |                                              |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Diametri int/est esatti (mm)</b>                                                      | <b>Spessore</b> | <b>Diametri int/est di designazione (mm)</b> | <b>Massa lineica (kg/m)</b> |
| 29,1/33,7                                                                                | 2,3             | 29/34                                        | 1,78                        |
| 32,8/38                                                                                  | 2,6             | 33/38                                        | 2,27                        |
| 37,2/42,4                                                                                | 2,6             | 37/42                                        | 2,55                        |
| 43,1/48,3                                                                                | 2,6             | 43/48                                        | 2,93                        |
| 54,5/60,3                                                                                | 2,9             | 54/60                                        | 4,11                        |
| 64,2/70                                                                                  | 2,9             | 64/70                                        | 4,80                        |
| 70,3/76,1                                                                                | 2,9             | 70/76                                        | 5,24                        |
| 82,5/88,9                                                                                | 3,2             | 82/89                                        | 6,76                        |
| 94,4/101,6                                                                               | 3,6             | 94/102                                       | 8,70                        |
| 100,8/108                                                                                | 3,6             | 101/108                                      | 9,27                        |
| 107,1/114,3                                                                              | 3,6             | 107/114                                      | 9,83                        |
| 125/133                                                                                  | 4               | 125/133                                      | 12,7                        |
| 131,7/139,7                                                                              | 4               | 132/140                                      | 13,4                        |
| 150/159                                                                                  | 4,5             | 150/159                                      | 17,1                        |
| 159,3/168,3                                                                              | 4,5             | 159/168                                      | 18,2                        |
| 182,5/193,7                                                                              | 5,6             | 183/194                                      | 26                          |
| 206,5/219,1                                                                              | 6,3             | 207/219                                      | 33,1                        |
| 231,9/244,5                                                                              | 6,3             | 232/244                                      | 37                          |
| 260,4/273                                                                                | 6,3             | 260/273                                      | 41,4                        |
| 309,7/323,9                                                                              | 7,1             | 310/324                                      | 55,5                        |
| 339,6/355,6                                                                              | 8               | 340/356                                      | 68,6                        |
| 388,8/406,4                                                                              | 8,8             | 389/406                                      | 86,3                        |
| 437/457                                                                                  | 10              | 437/457                                      | 110                         |
| 486/508                                                                                  | 11              | 486/508                                      | 135                         |
| 585/610                                                                                  | 12,5            | 585/610                                      | 184                         |

Per i tubi secondo norma ASTM A106 GR. B schedula 40 – ANSI B36, la norma stessa prevede per ogni diametro tutta una gamma di spessori: quelli da usare sono indicati, con la relativa massa lineica, nella tabella seguente:

| <b>TUBI IN ACCIAIO ASTM A106 GR. B – schedula 40 (ANSI B.36)</b> |             |                 |                      |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| <b>Diametro esterno</b>                                          |             | <b>Spessore</b> | <b>Massa lineica</b> |
| <b>(Pollici)</b>                                                 | <b>(mm)</b> | <b>(mm)</b>     | <b>(kg/m)</b>        |
| DN15                                                             | 21,3        | 2,77            | 1,27                 |



| <b>TUBI IN ACCIAIO ASTM A106 GR. B – schedula 40 (ANSI B.36)</b> |             |                 |                      |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| <b>Diametro esterno</b>                                          |             | <b>Spessore</b> | <b>Massa lineica</b> |
| <b>(Pollici)</b>                                                 | <b>(mm)</b> | <b>(mm)</b>     | <b>(kg/m)</b>        |
| DN20                                                             | 26,7        | 2,87            | 1,68                 |
| DN25                                                             | 33,4        | 3,38            | 2,50                 |
| DN32                                                             | 42,4        | 3,56            | 3,39                 |
| DN40                                                             | 48,3        | 3,68            | 4,05                 |
| DN50                                                             | 60,3        | 3,91            | 5,44                 |
| DN65                                                             | 73          | 5,16            | 8,63                 |
| DN80                                                             | 88,9        | 5,49            | 11,29                |
| DN100                                                            | 114,3       | 6,02            | 16,07                |
| DN125                                                            | 141,3       | 6,55            | 21,78                |
| DN150                                                            | 168,3       | 7,11            | 28,26                |
| DN200                                                            | 219,1       | 8,18            | 42,53                |
| DN250                                                            | 273         | 9,27            | 60,29                |
| DN300                                                            | 323,8       | 10,31           | 79,72                |
| DN350                                                            | 355,6       | 11,13           | 94,49                |
| DN400                                                            | 406,4       | 12,7            | 123,29               |
| DN450                                                            | 457         | 14,27           | 155,91               |
| DN500                                                            | 508         | 15,09           | 183,37               |
| DN600                                                            | 610         | 17,48           | 255,14               |

### 2.5.1.3 Tubazioni in acciaio zincato trafilato

Le tubazioni in acciaio zincato per usi generici (acqua sanitaria, aria compressa, ecc., compresi i relativi collettori) saranno del tipo senza saldatura longitudinale (Mannesmann) zincati a caldo (zincatura secondo EN 10240-A1) in fabbrica, secondo UNI EN 10255:2007 (tubi "gas" filettabili serie media; diametri espressi in pollici) usualmente, salvo indicazioni specifiche diverse, fino a 4" compreso, UNI EN 10216-1/TR1:2006 (tubi lisci commerciali con spessore, per ogni diametro, corrispondente al minimo indicato in tabella 5 della norma; diametri espressi in mm) zincate a bagno dopo la formatura per diametri superiori; per i tubi gas filettabili serie media sarà ammesso anche l'uso di tubi saldati, purché ed esclusivamente, con processo Fretz-Moon.

Per i primi (diametri fino a 4") si useranno raccordi in ghisa malleabile a cuore bianco (zincati) del tipo a vite e manicotto. Non è ammessa la piegatura dei tubi con piegatubi o simile.

La tenuta sarà realizzata con canapa e mastice di manganese, oppure con nastro di PTFE. Per i collegamenti che debbono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni-serbatoi o valvole di regolazione-tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi, con tenuta a guarnizione O.R. o sistema analogo.



Per i secondi si potranno prefabbricare dei tratti mediante giunzioni e raccorderia a saldare (ovviamente prima della zincatura) previa adeguata preparazione dei lembi, come descritto riguardo alle tubazioni nere. Le estremità dei tratti così eseguiti verranno flangiate. I vari tratti saranno quindi fatti zincare a bagno internamente ed esternamente. La giunzione fra i vari tratti prefabbricati avverrà per flangiatura, con bulloni pure zincati. Tutte le sbavature dovranno essere eliminate prima della posa in opera.

È assolutamente vietata qualsiasi saldatura su tubazioni zincate.

In alternativa alle giunzioni vite-manicotto/flangiate la D.L. si riserva di accettare, a proprio insindacabile giudizio e a pari prezzo, anche giunzioni con raccordi a pressione con guarnizione "VICTAULIC" originali o similari. Per particolari applicazioni, peraltro, le giunzioni "VICTAULIC" sono espressamente richieste, in quanto necessarie e obbligatorie, quali ad esempio in impianti sprinkler a secco, dove saranno utilizzate tubazioni non saldate longitudinalmente in acciaio zincato secondo UNI EN 10255:2007 serie media, ammesse in questo caso fino a 6" e con raccorderia esclusivamente a pressione con guarnizione "VICTAULIC" originale o similari (ovvero con certificazione di prova su test secondo ASTM D-2000).

Le tubazioni dovranno portare stampigliati (o essere accompagnate da certificazioni in tal senso) il costruttore, l'anno di fabbricazione, il materiale e la corrispondenza alle norme.

#### 2.5.1.4 Tubazioni in acciaio inossidabile elettrounite

Le tubazioni in acciaio inossidabile (ed i relativi collettori) saranno di tipo elettrounite, calibrate e decapate, solubilizzate in bianco (se impiegate per trasporto di gas puri di laboratorio); a seconda di quanto richiesto e/o necessario saranno del tipo:

- a norma UNI EN ISO 1127:1998 in acciaio inox AISI 304, oppure, sempre secondo quanto richiesto e/o necessario e a pari prezzo, in acciaio inox AISI 304 a norma ASTM A312 schedula 10S – ANSI B36.19;
- a norma UNI EN ISO 1127:1998, in acciaio inox AISI 316L, oppure, sempre secondo quanto richiesto e/o necessario e a pari prezzo, in acciaio inox AISI 316L a norma ASTM A312 schedula 10S – ANSI B36.19.

In linea di massima i prezzi in opera saranno differenziati per tubazioni strettamente all'interno di centrali e sottocentrali (fino all'uscita da esse, ovvero all'imbocco di cunicoli, cavedi, gallerie e simili) e per tubazioni all'esterno delle centrali e sottocentrali, ovvero per linee in cunicolo, cavedio, galleria, pipe rack, linee dorsali e di distribuzione interna agli edifici.

La raccorderia e le giunzioni saranno del tipo a saldare, per saldatura autogena all'arco elettrico, con speciali elettrodi in acciaio austenitico, rivestiti con materiale di protezione della saldatura. Non sono ammesse curvature a freddo o a caldo del tubo: si dovranno usare esclusivamente raccordi prefabbricati. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente posti in asse ed allineati e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi, con smusso a "V".

Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°.

Sono ammessi la prefabbricazione fuori cantiere di tratti con le estremità flangiate ed il successivo assemblaggio in cantiere dei tratti così flangiati, mediante bulloni pure in acciaio inox AISI 304.

Per l'esecuzione di collegamenti che devono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni-serbatoi o altre apparecchiature) si useranno esclusivamente giunzioni a flange.

Pertanto, ove richiesto e/o necessario, verranno utilizzati anche raccordi a pressione con guarnizione "VICTAULIC" originali (ovvero con certificazione di prova su test secondo ASTM D-2000), che comunque, per particolari applicazioni, sono obbligatori.

La norma UNI EN ISO 1127 prevede, per ogni diametro, una gamma di spessori: quelli da usare sono indicati, con la relativa massa lineica, nella tabella seguente:

| TUBI ELETTROUNITI CALIBRATI IN ACCIAIO INOX |          |       |                  |                         |
|---------------------------------------------|----------|-------|------------------|-------------------------|
| UNI EN ISO 1127                             |          |       |                  |                         |
| Diametro esterno                            |          |       | Spessore<br>(mm) | Massa lineica<br>(kg/m) |
| (Pollici)                                   |          | (mm)  |                  |                         |
| 1/4"                                        | (DN 8)   | 14    | 2                | 0,601                   |
| 3/8"                                        | (DN 10)  | 17,2  | 2                | 0,761                   |
| 1/2"                                        | (DN 15)  | 21,3  | 2                | 0,966                   |
| 3/4"                                        | (DN 20)  | 26,9  | 2                | 1,250                   |
| 1"                                          | (DN 25)  | 33,7  | 2                | 1,580                   |
| 1"1/4                                       | (DN 32)  | 42,4  | 2                | 2,020                   |
| 1"1/2                                       | (DN 40)  | 48,3  | 2                | 2,310                   |
| 2"                                          | (DN 50)  | 60,3  | 2                | 2,920                   |
| 2"1/2                                       | (DN 65)  | 76,1  | 2                | 3,700                   |
| 3"                                          | (DN 80)  | 88,9  | 2                | 4,350                   |
| 4"                                          | (DN 100) | 114,3 | 2                | 5,620                   |
| 5"                                          | (DN 125) | 139,7 | 3.2              | 11,000                  |
| 6"                                          | (DN 150) | 168,3 | 3.2              | 13,200                  |
| 8"                                          | (DN 200) | 219,1 | 3.2              | 17,300                  |
| 10"                                         | (DN 250) | 273   | 3.2              | 21,600                  |
| 12"                                         | (DN 300) | 323,9 | 3.2              | 25,700                  |
| 14"                                         | (DN 350) | 355,6 | 4                | 35,200                  |
| 16"                                         | (DN 400) | 406,4 | 4                | 40,300                  |
| 18"                                         | (DN 450) | 457   | 4                | 45,400                  |
| 20"                                         | (DN 500) | 508   | 5                | 62,900                  |

Per i tubi secondo norma ASTM A312 schedula 10S – ANSI B36.19, la norma stessa prevede, per ciascun diametro, tutta una gamma di spessori: quelli da usare sono indicati, con la relativa massa lineica, nella tabella seguente:

| TUBI ELETTROUNITI CALIBRATI IN ACCIAIO INOX<br>ASTM A312 - schedula 10S (ANSI B36.19) |          |        |                  |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|------------------|-------------------------|
| Diametro esterno                                                                      |          |        | Spessore<br>(mm) | Massa lineica<br>(kg/m) |
| (Pollici)                                                                             |          | (mm)   |                  |                         |
| 1/4"                                                                                  | (DN 8)   | 13,72  | 1,65             | 0,499                   |
| 3/8"                                                                                  | (DN 10)  | 17,15  | 1,65             | 0,640                   |
| 1/2"                                                                                  | (DN 15)  | 21,34  | 2,11             | 1,016                   |
| 3/4"                                                                                  | (DN 20)  | 26,67  | 2,11             | 1,298                   |
| 1"                                                                                    | (DN 25)  | 33,4   | 2,77             | 2,125                   |
| 1"1/4                                                                                 | (DN 32)  | 42,16  | 2,77             | 2,733                   |
| 1"1/2                                                                                 | (DN 40)  | 48,26  | 2,77             | 3,155                   |
| 2"                                                                                    | (DN 50)  | 60,33  | 2,77             | 3,992                   |
| 2"1/2                                                                                 | (DN 65)  | 73,03  | 3,05             | 5,345                   |
| 3"                                                                                    | (DN 80)  | 88,9   | 3,05             | 6,557                   |
| 4"                                                                                    | (DN 100) | 114,3  | 3,05             | 8,496                   |
| 5"                                                                                    | (DN 125) | 141,3  | 3,4              | 11,740                  |
| 6"                                                                                    | (DN 150) | 168,28 | 3,4              | 14,037                  |
| 8"                                                                                    | (DN 200) | 219,08 | 3,76             | 20,334                  |
| 10"                                                                                   | (DN 250) | 273,05 | 4,19             | 28,290                  |
| 12"                                                                                   | (DN 300) | 323,85 | 4,59             | 36,633                  |
| 14"                                                                                   | (DN 350) | 355,6  | 4,78             | 42,102                  |
| 16"                                                                                   | (DN 400) | 406,4  | 4,78             | 48,220                  |
| 18"                                                                                   | (DN 450) | 457,2  | 4,78             | 54,300                  |
| 20"                                                                                   | (DN 500) | 508    | 5,53             | 69,766                  |
| 24"                                                                                   | (DN600)  | 610    | 6,35             | 96,215                  |

#### 2.5.1.5 Tubazioni in acciaio per sistema Pressfitting (a bloccaggio meccanico)

Tubazioni in acciaio con raccordi a bloccaggio meccanico (Tipo Mannesman Pressfitting) realizzate a seconda di quanto richiesto in acciaio inox AISI 316, oppure in acciaio a basso tenore di carbonio, ricotto, galvanizzate sulla superficie esterna. Lo spessore della tubazione sarà da 1,2 mm a 2,0 mm a seconda del diametro nominale (diametro massimo previsto DN 100).

Sono previsti, a seconda di quanto necessario e/o richiesto, i seguenti tipi di materiale:

- tubazioni in acciaio ricotto, galvanizzate esternamente, per uso in impianti di riscaldamento a circuito chiuso;
- materiale: acciaio a basso tenore di carbonio, ricotto, in tubo sottile galvanizzato esternamente, secondo UNI EN 10305-3:2016;
- dimensioni: secondo UNI EN 10305-3:2016;

- limite di snervamento: 230-270 N/mm<sup>2</sup>;
- allungamento: min. 40%;
- pressione massima di esercizio: 1.6 MPa;
- temperatura massima di funzionamento: 120 °C;
- pressione di cedimento del giunto: > 100bar;
- tubazioni in acciaio inox per uso anche in impianti idrici per acque potabili;
- materiali: acciaio inossidabile AISI 304 o AISI 316 in tubo sottile secondo le UNI EN 10088:2014
- dimensioni: secondo UNI EN 10312:2007 (serie 2);
- limite di snervamento: 205 N/mm<sup>2</sup>;
- allungamento: min. 40%;
- pressione massima di esercizio: 1.6 MPa;
- temperatura massima di funzionamento: 120 °C;
- pressione di cedimento del giunto: > 100bar

I raccordi di unione tra i vari tubi e quelli dei pezzi speciali, quali le diramazioni e le curve, saranno del tipo a manicotto realizzati in acciaio trattato a caldo acciaio inossidabile con spessore 1.5 o 2 mm, dotati di anello di tenuta (O-ring) in gomma di butile.

Salvo specifiche indicazioni diverse, le tubazioni di cui si tratta avranno le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

| TUBI IN ACCIAIO CON RACCORDI A BLOCCAGGIO MECCANICO |                             |                            |                            |                            |                            |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Diametro<br>o<br>Nom.                               | Diametro<br>esterno<br>(mm) | ACCIAIO                    | RICOTTO                    | ACC. INOX -<br>UNI         | EN 10312<br>(serie 2)      |
|                                                     |                             | Spessore<br>minimo<br>(mm) | Massa<br>lineica<br>(kg/m) | Spessore<br>minimo<br>(mm) | Massa<br>lineica<br>(kg/m) |
| DN 10                                               | 12                          | 1,2                        | 0,34                       | ---                        | ---                        |
| DN 12                                               | 15                          | 1,2                        | 0,44                       | 1                          | 0,35                       |
| DN 15                                               | 18                          | 1,2                        | 0,54                       | 1                          | 0,42                       |
| DN 20                                               | 22                          | 1,5                        | 0,83                       | 1,2                        | 0,63                       |
| DN 25                                               | 28                          | 1,5                        | 1,05                       | 1,2                        | 0,79                       |
| DN 32                                               | 35                          | 1,5                        | 1,32                       | 1,5                        | 1,26                       |
| DN 40                                               | 42                          | 1,5                        | 1,62                       | 1,5                        | 1,50                       |
| DN 50                                               | 54                          | 1,5                        | 2,10                       | 1,5                        | 1,97                       |
| DN 65                                               | 76,1                        | 1,5                        | 2,80                       | 2                          | 3,70                       |
| DN 80                                               | 88,9                        | 1,5                        | 3,25                       | 2                          | 4,35                       |
| DN 100                                              | 108                         | 2                          | 5,25                       | 2                          | 5,30                       |

#### 2.5.1.6 Tubazioni in P.V.C.-U per scarichi interni

Le tubazioni in policloruro di vinile rigido non plastificato (P.V.C.-U) per scarichi civili ed industriali non in pressione all'interno dei fabbricati e per brevi tratti interrati interni al fabbricato fino a 1 m all'esterno saranno conformi alla norma UNI EN 1329-1:2021 (area di applicazione "BD").

La raccorderia sarà tutta conforme alla suddetta norma e sarà del tipo a bicchiere da incollare con appositi collanti forniti dal fabbricante che realizzino una saldatura chimica fra le parti, oppure del tipo a bicchiere con anello di tenuta O.R. o guarnizione a lamelle multiple in gomma, a pari prezzo e a scelta della DL. Per la raccorderia da incollare, l'incollaggio avverrà seguendo scrupolosamente le istruzioni del fabbricante, ponendo particolare attenzione nell'evitare la formazione di miscele esplosive con i solventi.

Le tubazioni e la raccorderia saranno tutti in colore grigio o tutti in colore arancione.

Lungo le tratte di tubazioni diritte, sia verticali che orizzontali, ogni 12 metri al massimo, ove richiesto e/o necessario, saranno installate delle giunzioni del tipo a bicchiere con anello di tenuta O.R. o guarnizione a lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato; tali giunti serviranno per consentire le dilatazioni.

Il collegamento ad altri tipi di tubazione di scarico in materiale plastico diverso dal P.V.C.-U avverrà per mezzo di apposita raccorderia e/o pezzi speciali del tipo ad incollaggio e/o con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in materiale adatto al tipo di fluido convogliato, realizzati in materiale compatibile con il P.V.C.-U, forniti, o in alternativa indicati, dal costruttore/i delle tubazioni in P.V.C.-U.

Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà per mezzo di tronchi terminali speciali di tubazione in P.V.C.-U con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma. Le guarnizioni dovranno essere preventivamente cosparse di apposito "scivolante".

Il collegamento a tubazioni in ghisa (ove necessario) avverrà con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato. Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

- giunti a collare in gomma, con manicotto esterno metallico di serraggio a viti;
- tappo di gomma (sul terminale della tubazione in ghisa), con fori a labbri profilati in modo tale da infilarvi le tubazioni in P.V.C.-U con garanzia di tenuta.
- Per evitare trasmissione di vibrazioni e rumorosità le tubazioni (ove non annegate nei massetti) dovranno essere fissate alle strutture (soffitti-pareti) per mezzo di collari di fissaggio, con interposta gomma e come indicato negli appositi capitoli del presente elaborato.

Dove richiesto e/o necessario saranno previsti pezzi speciali particolari come esalatori, ecc., il tutto come specificato negli elaborati di progetto e contabilizzati a parte.

Tubazioni e raccorderia porteranno comunque la marcatura di conformità alle norme citate.

#### 2.5.1.7 Tubazioni in P.V.C.-U per scarichi interrati e fognature

Le tubazioni in policloruro di vinile rigido non plastificato (P.V.C.-U) per scarichi interrati e fognature non in pressione saranno conformi alla norma UNI EN 1401-1:2019 (area di applicazione "UD").



Le tubazioni saranno fornite con bicchiere e anello di tenuta O.R. o con guarnizione a lamelle multiple in gomma preinseriti in fabbrica.

La raccorderia sarà tutta conforme alla suddetta norma e sarà del tipo a bicchiere con anello di tenuta O.R. o con guarnizione a lamelle multiple in gomma.

Il colore delle tubazioni e della raccorderia sarà rosso bruno.

Lungo le tratte di tubazioni diritte, ogni 12 metri al massimo, ove richiesto e/o necessario, saranno installate delle giunzioni del tipo a bicchiere con anello di tenuta O.R. o guarnizione a lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato; tali giunti serviranno per consentire le dilatazioni.

Il collegamento interrato ad altri tipi di tubazione di scarico in materiale plastico diverso dal P.V.C.-U avverrà per mezzo di apposita raccorderia e/o pezzi speciali con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in materiale adatto al tipo di fluido convogliato, realizzati in materiale compatibile con il P.V.C.-U, forniti, o in alternativa indicati, dal costruttore/i delle tubazioni in P.V.C.-U.

Il collegamento interrato a tubazioni in ghisa (ove necessario) avverrà con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato in materiale altamente resistente alla corrosione.

Dove richiesto e/o necessario saranno previsti pezzi speciali particolari come sifone "Firenze", ecc., il tutto come specificato negli elaborati di progetto.

Per le tubazioni di scarico e relativa raccorderia da interrare in trincea all'esterno del fabbricato dovrà essere assicurato un letto di posa stabile di spessore non inferiore a 50 mm, a superficie piana e libero da materiale a spigoli vivi. La profondità della trincea, generalmente indicata nei grafici di progetto, dovrà comunque essere sufficiente per evitare che i liquidi convogliati nelle tubazioni siano interessati al gelo. Per il fondo di trincea, in condizioni di posa normali, dovrà essere utilizzata sabbia mista a ghiaia di piccola granulometria; in terreni con pendenza sarà evitata la sabbia impiegando ghiaia di piccola granulometria. Inoltre, dovrà essere garantito in ogni caso il contatto continuo delle tubazioni e della raccorderia con il letto di posa. Il riempimento dello scavo (rinterro) dovrà avvenire con la massima cura evitando zone vuote sotto le tubazioni e/o la raccorderia, formando più strati di rinfianco continui e compatti tra tubo e parete dello scavo. Il riempimento finale sarà effettuato utilizzando il materiale dello scavo depurato da elementi di scarto con diametro superiore a 10 cm e successivo compattamento. Per ulteriori specifiche per lo scavo e la posa interrata o fuori terra delle tubazioni di scarico e relativa raccorderia all'esterno del fabbricato/i si rimanda alla norma UNI EN 1555-2:2021. Tubazioni e raccorderia porteranno comunque la marcatura di conformità alle norme citate.

#### 2.5.1.8 Tubazioni in polietilene per scarichi interni

Le tubazioni in polietilene per scarichi non in pressione all'interno dei fabbricati e per brevi tratti interrati interni al fabbricato fino a 1 m all'esterno saranno conformi alla norma UNI EN 1519-1:2019 (area di applicazione "BD").

Il materiale impiegato per la costruzione dei tubi sarà resistente agli urti, all'acqua calda fino a 100 °C, alle aggressioni chimiche e alle acque leggermente radioattive.

La raccorderia e le giunzioni saranno del tipo a saldare: la saldatura potrà essere o del tipo a specchio eseguita con apposita attrezzatura, seguendo scrupolosamente le prescrizioni del



costruttore o del tipo con manicotto a resistenza elettrica (anche per questo tipo di raccordo saranno seguite scrupolosamente le prescrizioni del costruttore).

Il colore delle tubazioni e della raccorderia sarà nero.

Lungo le tratte di tubazioni diritte, sia verticali che orizzontali, ogni 12 metri al massimo, ove richiesto e/o necessario, saranno installate delle giunzioni del tipo a bicchiere con anello di tenuta O.R. o guarnizione a lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato; tali giunti serviranno per consentire le dilatazioni.

Il collegamento ad altri tipi di tubazione di scarico in materiale plastico diverso dal polietilene avverrà per mezzo di apposita raccorderia e/o pezzi speciali del tipo ad incollaggio e/o con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in materiale adatto al tipo di fluido convogliato, realizzati in materiale compatibile con il polietilene, forniti, o in alternativa indicati, dal costruttore/i delle tubazioni in polietilene.

Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà per mezzo di tronchi terminali speciali di tubazione in polietilene con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma. Le guarnizioni dovranno essere preventivamente cosparse di apposito "scivolante".

Il collegamento a tubazioni in ghisa (ove necessario) avverrà con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato. Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

- giunti a collare in gomma, con manicotto esterno metallico di serraggio a viti;
- tappo di gomma (sul terminale della tubazione in ghisa), con fori a labbri profilati in modo tale da infilarvi le tubazioni in polietilene con garanzia di tenuta.

Per evitare trasmissione di vibrazioni e rumorosità le tubazioni (ove non annegate nei massetti) dovranno essere fissate alle strutture (soffitti-pareti) per mezzo di collari di fissaggio, con interposta gomma e come indicato negli appositi capitoli del presente elaborato.

Dove richiesto e/o necessario:

- pezzi speciali particolari come braga di raccordo miscelatrice, esalatori, ecc., contabilizzati a parte, ed il tutto come specificato negli elaborati di progetto.

Tubazioni e raccorderia porteranno comunque la marcatura di conformità alle norme citate.

#### 2.5.1.9 Tubazioni in polietilene per scarichi interrati e fognature

Le tubazioni in polietilene per scarichi interrati e fognature non in pressione saranno conformi alla norma UNI EN 12666-1:2011 (area di applicazione "UD").

Il materiale impiegato per la costruzione dei tubi e relativa raccorderia sarà resistente agli urti, alle aggressioni chimiche e alle acque leggermente radioattive.

La raccorderia e le giunzioni saranno tutte conformi alla suddetta norma e saranno del tipo a saldare con saldatura del tipo a specchio eseguita con apposita attrezzatura, seguendo scrupolosamente le prescrizioni del costruttore, o del tipo con manicotto a resistenza elettrica (anche per questo tipo di raccordo saranno seguite scrupolosamente le prescrizioni del costruttore).

Il colore delle tubazioni sarà nero con bande di identificazione marroni.

Lungo le tratte di tubazioni diritte, ogni 12 metri al massimo, ove richiesto e/o necessario, saranno installate delle giunzioni del tipo a bicchiere con anello di tenuta O.R. o guarnizione a

lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato; tali giunti serviranno per consentire le dilatazioni.

Il collegamento interrato ad altri tipi di tubazione di scarico in materiale plastico diverso dal polietilene avverrà per mezzo di apposita raccorderia e/o pezzi speciali con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in materiale adatto al tipo di fluido convogliato, realizzati in materiale compatibile con il polietilene, forniti, o in alternativa indicati, dal costruttore/i delle tubazioni in polietilene.

Il collegamento interrato a tubazioni in ghisa (ove necessario) avverrà con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma e manicotto esterno avvitato in materiale altamente resistente alla corrosione.

Dove richiesto e/o necessario saranno previsti pezzi speciali particolari come sifone "Firenze", ecc., il tutto come specificato negli elaborati di progetto e compresi nel prezzo delle tubazioni.

Per le tubazioni di scarico e relativa raccorderia da interrare in trincea all'esterno del fabbricato dovrà essere assicurato un letto di posa stabile di spessore non inferiore a 50 mm, a superficie piana e libero da materiale a spigoli vivi. La profondità della trincea, generalmente indicata nei grafici di progetto, dovrà comunque essere sufficiente per evitare che i liquidi convogliati nelle tubazioni siano interessati al gelo. Per il fondo di trincea, in condizioni di posa normali, dovrà essere utilizzata sabbia mista a ghiaia di piccola granulometria; in terreni con pendenza sarà evitata la sabbia impiegando ghiaia di piccola granulometria. Inoltre, dovrà essere garantito in ogni caso il contatto continuo delle tubazioni e della raccorderia con il letto di posa. Il riempimento dello scavo (rinterro) dovrà avvenire con la massima cura evitando zone vuote sotto le tubazioni e/o la raccorderia, formando più strati di rinfilanco continui e compatti tra tubo e parete dello scavo. Il riempimento finale sarà effettuato utilizzando il materiale dello scavo depurato da elementi di scarto con diametro superiore a 10 cm e successivo compattamento. Per ulteriori specifiche per lo scavo e la posa interrata o fuori terra delle tubazioni di scarico e relativa raccorderia all'esterno del fabbricato/i si rimanda alla norma UNI CEN/TS 1046:2021. Tubazioni e raccorderia porteranno comunque la marcatura di conformità alle norme citate.

#### 2.5.1.10 Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEHD) per fluidi in pressione

Le tubazioni in polietilene ad alta densità (PEHD) saranno in genere secondo le norme UNI EN 12201-2:2013; tipo PE80 o PE100, adatte anche per acqua potabile e fluidi alimentari secondo D.M. 174/2004 e successive modifiche ed integrazioni, PN6,3 (SDR 26), PN10 (SDR 17), oppure PN16 (SDR 11) secondo quanto richiesto e/o necessario. Saranno usate in genere solo per impieghi interrati o equivalenti.

Il colore delle tubazioni sarà nero con bande di identificazione azzurre.

La raccorderia per questi tipi di tubazioni sarà conforme alle norme medesime UNI EN 12201:2013 (parte 3: raccordi).

Per i diametri fino a DN100 si potranno usare raccordi a compressione con coni e ghiere filettate in ottone oppure giunzioni per saldatura di testa del tipo a specchio eseguita con apposita attrezzatura elettrica seguendo scrupolosamente le istruzioni del costruttore, o per elettrofusione con innesti a bicchiere.

Per diametri superiori sia i pezzi speciali (curve, ecc.) che le giunzioni fra tratti di tubazioni dritti saranno del tipo a saldare; la saldatura dovrà essere del tipo a specchio, come sopra descritto, oppure per elettrofusione, con innesti a bicchiere.

Per le diramazioni a T potranno usarsi anche prese a staffa, per qualsiasi diametro della tubazione principale.

Per il collegamento di tubazioni di PEAD a tubazioni metalliche si useranno giunti a vite e manicotto, metallici, quando la tubazione in acciaio sia filettabile e comunque non oltre i 4".

Per i diametri superiori si useranno giunzioni a flange (libere o fisse sul tubo di plastica).

Tubazioni e raccorderia porteranno comunque la marcatura di conformità alle norme citate.

#### 2.5.1.11 Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEHD) per fluidi in pressione interrati

Le tubazioni in polietilene ad alta densità (PEHD) saranno in genere secondo le norme UNI EN 12201-2:2013; tipo PE80 o PE100, adatte anche per acqua potabile e fluidi alimentari secondo D.M. 174/2004 e successive modifiche ed integrazioni, PN6,3 (SDR 26), PN10 (SDR 17), oppure PN16 (SDR 11) secondo quanto richiesto e/o necessario. Saranno usate in genere solo per impieghi interrati o equivalenti.

Il colore delle tubazioni sarà nero con bande di identificazione azzurre.

La raccorderia per questi tipi di tubazioni sarà conforme alle norme medesime UNI EN 12201:2013 (parte 3: raccordi).

Per i diametri fino a DN100 si potranno usare raccordi a compressione con coni e ghiera filettate in ottone oppure giunzioni per saldatura di testa del tipo a specchio eseguita con apposita attrezzatura elettrica seguendo scrupolosamente le istruzioni del costruttore, o per elettrofusione con innesti a bicchiere.

Per diametri superiori sia i pezzi speciali (curve, ecc.) che le giunzioni fra tratti di tubazioni dritti saranno del tipo a saldare; la saldatura dovrà essere del tipo a specchio, come sopra descritto, oppure per elettrofusione, con innesti a bicchiere.

Per le diramazioni a T potranno usarsi anche prese a staffa, per qualsiasi diametro della tubazione principale.

Per il collegamento di tubazioni di PEAD a tubazioni metalliche si useranno giunti a vite e manicotto, metallici, quando la tubazione in acciaio sia filettabile e comunque non oltre i 4".

Per i diametri superiori si useranno giunzioni a flange (libere o fisse sul tubo di plastica).

Per il convogliamento di gas combustibile saranno usate invece tubazioni conformi alle norme UNI EN 1555-2:2021, ovvero PE 100 - serie S5 oppure S8, poste in opera e con giunzioni e raccorderia sempre secondo le già menzionate norme. Il colore delle predette tubazioni sarà nero con bande di identificazione gialle.

Per le tubazioni ad alta densità per fluidi in pressione e relativa raccorderia da interrare in trincea all'esterno del fabbricato dovrà essere assicurato un letto di posa stabile di spessore non inferiore a 50 mm, a superficie piana e libero da materiale a spigoli vivi. La profondità della trincea, generalmente indicata nei grafici di progetto, dovrà comunque essere sufficiente per evitare che i liquidi convogliati nelle tubazioni siano interessati al gelo. Per il fondo di trincea, in condizioni di posa normali, dovrà essere utilizzata sabbia mista a ghiaia di piccola granulometria; in terreni con pendenza sarà evitata la sabbia impiegando ghiaia di piccola granulometria. Inoltre, dovrà essere garantito in ogni caso il contatto continuo delle tubazioni e della raccorderia

con il letto di posa. Il riempimento dello scavo (rinterro) dovrà avvenire con la massima cura evitando zone vuote sotto le tubazioni e/o la raccorderia, formando più strati di rinfilanco continui e compatti tra tubo e parete dello scavo. Il riempimento finale sarà effettuato utilizzando il materiale dello scavo depurato da elementi di scarto con diametro superiore a 10 cm e successivo compattamento.

Per ulteriori specifiche per lo scavo e la posa interrata o fuori terra delle tubazioni in polietilene per fluidi in pressione e relativa raccorderia all'esterno del fabbricato/i si rimanda alla norma UNI CEN/TS 1046:2021.

Tubazioni e raccorderia porteranno comunque la marcatura di conformità alle norme citate.

#### 2.5.1.12 Tubazioni in polietilene reticolato (PE-X)

Il tubo sarà realizzato in polietilene reticolato ad alto grado di reticolazione conforme alle norme UNI EN ISO 15875-2:2021, DIN 16892/93 e D.L. 174/2004.

Il grado di reticolazione dovrà essere superiore al 70% ed il materiale dovrà essere opportunamente stabilizzato per resistere all'azione prolungata del calore. Le tubazioni saranno caratterizzate da:

- assoluta atossicità; adatto anche ad usi alimentari;
- inattaccabilità da calcare e molte sostanze corrosive;
- piegabilità con memoria termica.

Le giunzioni lungo le tubazioni dovranno essere assolutamente evitate per quanto possibile: qualora qualche giunzione fosse inevitabile, sarà eseguita con l'apposita raccorderia fornita dalla casa costruttrice del tubo ed accuratamente provata.

#### 2.5.1.13 Tubazioni multistrato (PEX-AL-PEAD)

Tubazione multistrato, conforme alle norme UNI EN ISO 21003-2:2011, adatta ad una pressione di esercizio di 16 bar a 20°C e 10 bar a 90°C, difficilmente infiammabile, costituita da tre strati:

- uno strato interno in PE-X (polietilene reticolato);
- uno strato intermedio in lega di alluminio saldato longitudinalmente e strettamente aderente allo strato interno;
- un ulteriore strato esterno in PEAD.

Il tubo dovrà essere adatto anche al trasporto di acqua potabile per usi alimentari. Dovrà poter essere piegato al piegatubi senza schiacciarsi né danneggiarsi.

La raccorderia sarà tutta esclusivamente in ottone e potrà essere:

- del tipo a stringere, a compressione, con giunti a guarnizione OR, anelli antisfilamento e dadi di serraggio;
- del tipo a pressare con apposito attrezzo, con giunto a guarnizione OR e tronchetto di tubo esterno in acciaio inox, da pressare.

I tubi, ove montati a vista, dovranno essere del tipo in barre, perfettamente dritti, installati a perfetta regola d'arte con curve eseguite tutte possibilmente al piegatubi, seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa costruttrice con fissaggi a parete del tipo a clips a doppia mezza luna in plastica robusta.

Solo per installazioni incassate si accetterà il tubo in rotoli, posto sempre in opera a perfetta regola d'arte.



Il tubo dovrà portare la prescritta marcatura esterna.

#### 2.5.1.14 Tubazioni in polipropilene autoestinguente e "silenziato" per scarichi interni

Le tubazioni in polipropilene autoestinguente per scarichi non in pressione all'interno dei fabbricati e per brevi tratti interrati interni al fabbricato fino a 1 m all'esterno, il cui silenziamento è ottenuto con più strati coestrusi di polipropilene – polipropilene "caricato" – polipropilene o singolo strato di elevato spessore di polipropilene con aggiunta di fibre minerali o simili, saranno conformi alla norma UNI EN 1451-1:2018 (area di applicazione "BD") e agli standard previsti dalle norme UNI EN 12056:2001 e saranno caratterizzate da un livello massimo di pressione sonora  $L_{sca} \leq 12$  dB(A) misurato mediante prova di laboratorio e con certificazioni dell'abbattimento acustico il tutto secondo EN 14366, tipo VALSIR TRIPLUS od equivalente.

La raccorderia e le giunzioni saranno tutte pure conformi alla già menzionata normativa e saranno del tipo a bicchiere con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma. Le tubazioni e la raccorderia saranno tutti in colore nero, oppure tutti in colore grigio, oppure tutti in colore bianco.

Il collegamento ad altri tipi di tubazione di scarico in materiale plastico diverso dal polipropilene silenziato avverrà per mezzo di apposita raccorderia e/o pezzi speciali del tipo con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in materiale adatto al tipo di fluido convogliato, realizzati in materiale compatibile con il polipropilene silenziato, forniti, o in alternativa indicati, dal costruttore/i delle tubazioni in polipropilene silenziato.

Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà con appositi tronchetti provvisti di guarnizione a lamelle multiple. Le guarnizioni dovranno essere preventivamente cosparse di apposito "scivolante".

Il collegamento a tubazioni di ghisa (ove necessario) potrà avvenire con giunto a bicchiere sulla tubazione di ghisa, con anello di tenuta O.R. o guarnizioni a lamelle multiple in gomma. Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

- giunti a collare in gomma, con manicotto esterno metallico di serraggio a vite;
- tappo di gomma (nel terminale della tubazione in ghisa) con fori a labbri profilati in modo tale da infilarvi le tubazioni di p.p. con garanzia di tenuta.

Per i collegamenti che debbano essere facilmente smontati (sifoni, tratti d'ispezione etc.) si useranno giunti con anello di tenuta O.R. in gomma e manicotto esterno avvitato.

Per evitare trasmissione di vibrazioni e rumorosità le tubazioni (ove non annegate nei massetti) dovranno essere fissate alle strutture (soffitti-pareti) per mezzo di staffaggi ed ancoraggi anti-vibrazioni (esempio collari di sostegno o simili insonorizzati) in acciaio zincato e/o verniciato dotati di anello in elastomero, oppure interamente in materiale plastico, forniti e installati come indicato dalla stessa casa costruttrice delle tubazioni e secondo specifiche negli appositi capitoli del presente elaborato, in ogni caso secondo la suddetta normativa.

Dove richiesto e/o necessario saranno previsti pezzi speciali particolari come esalatori, ecc., contabilizzati a parte ed il tutto come specificato negli elaborati di progetto.

Tubazioni e raccorderia porteranno comunque la marcatura di conformità alla norma citata.



### 2.5.1.15 Tubazioni multistrato (PP- AL-PP) per impianti idrotermosanitari

Tubazione multistrato, conforme alle norme UNI EN ISO 15874-2:2022 e DIN 8077/78, adatta ad una pressione di esercizio di 20 bar a 20 °C e 6 bar a 80 °C, difficilmente infiammabile, costituita da tre strati:

- uno strato interno neutro in PP-R80 (polipropilene copolimero *random*);
- uno strato intermedio in lega di alluminio saldato longitudinalmente e strettamente aderente allo strato interno;
- un ulteriore strato esterno in PP-R80 di colore azzurro.

Il tubo dovrà essere adatto anche al trasporto di acqua potabile per usi alimentari. Dovrà poter essere piegato al piegatubi senza schiacciarsi né danneggiarsi, rispettando un raggio di curvatura che non sia inferiore a otto volte il diametro del tubo.

La raccorderia sarà tutta esclusivamente di tipo a saldare elettricamente per polifusione, costruita nello stesso materiale delle tubazioni. Per collegamenti che debbano essere smontabili o per collegamenti a tubazioni filettabili, si useranno raccordi con filettatura in ottone, integrata nel raccordo stesso. La saldatura fra tubazioni potrà essere eseguita utilizzando anche manicotti elettrici e sarà sempre praticata seguendo accuratamente le istruzioni della casa costruttrice.

I tubi, ove montati a vista, dovranno essere di tipo in barre, perfettamente diritti, installati a perfetta regola d'arte, con curve eseguite tutte possibilmente al piegatubi, seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa costruttrice; realizzando ove richiesto e/o necessario opportuni compensatori di dilatazione, idonei fissaggi o ancoraggi a parete o a soffitto, con punti rigidi per assorbire le spinte idrauliche nei cambi di direzione, nelle riduzioni di diametro e in prossimità di valvole, contatori, ecc. .

Il tubo dovrà riportare la prescritta marcatura esterna.

## 2.5.2 Modalità di posa in opera

### 2.5.2.1 Generalità

Per molte delle tubazioni descritte in precedenza le modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di tipi di tubazioni che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

### 2.5.2.2 Saldatura di tubazioni, flange, curve e pezzi speciali per tubazioni in acciaio nero e/o inox

Ambedue le estremità delle tubazioni da saldare, qualora non siano già preparate in ferriera, dovranno essere tagliate e poi rifinite a mola secondo DIN 2559 e cioè:

- spessore sino a 4 mm: spianatura, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷4 mm;
- spessore superiore a 4 mm: bisellatura conica a 30°, distanza fra le testate prima della saldatura 1,5÷3 mm in modo da assicurare uno scostamento massimo di  $\pm 0,5$  mm del lembo da saldare dal profilo teorico c.s.d.

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione, larghe almeno 2 volte e mezzo lo spessore dei tubi da saldarsi.

Gli elettrodi da usare per l'esecuzione delle saldature elettriche saranno esclusivamente quelli omologati dal RINA (Registro Italiano Navale ed Aeronautico) per l'impiego specifico.

Non è ammessa la rifinitura a scalpello dei margini del cordone di saldatura.

Il personale di saldatura dovrà essere patentato e, prima dell'inizio delle lavorazioni o anche durante il loro corso, su semplice richiesta della DL, l'Appaltatore dovrà esibire gli attestati di qualifica professionale dei saldatori da impiegare o già in corso di impiego nel cantiere.

#### 2.5.2.3 Modalità di posa in opera per tubazioni in acciaio per sistema Pressfitting (a bloccaggio meccanico)

Per la realizzazione della connessione dovranno essere attentamente seguite le istruzioni della casa costruttrice relativamente al taglio e sbavatura del tubo, per l'infilaggio del manicotto e per il serraggio dello stesso onde evitare, in particolare, il danneggiamento dell'anello di tenuta.

Per quanto riguarda la tubazione sarà possibile effettuare operazioni di piegatura con curvatubi a raggi di curvatura pari a 3-3,5 volte il diametro della tubazione; oltre tale valore dovranno essere impiegate curve precostruite con relativi manicotti di collegamento.

Il bloccaggio dei raccordi avverrà mediante pressione e deformazione dell'insieme manicotto-tubazione (crimping), tramite un'apposita pinza di serraggio.

Nei percorsi sottotraccia a pavimento o a parete ove vi sia presenza di umidità i raccordi di unione dovranno essere protetti dalla corrosione con l'applicazione, con adeguata ribordatura, di una fascia anticorrosiva previo trattamento della superficie esterna del raccordo e delle estremità della tubazione ad essa collegata con un primer. Le tubazioni saranno sempre fornite e poste in opera a partire da verghe di lunghezza minima 6 m.

#### 2.5.2.4 Modalità di posa in opera per tubazioni in materia plastica per scarichi non in pressione all'interno degli edifici

Tutte le tubazioni di scarico all'interno degli edifici realizzate in materia plastica destinate a convogliare e smaltire le acque "usate", dovranno permettere il corretto deflusso e il convogliamento dei fluidi alla rete fognaria, eventualmente con sistemi indipendenti per tipologia di acqua scaricata.

Il deflusso dovrà esser tale da ottenere una rapidità di scarico dei fluidi con assenza di depositi/residui lungo le tubazioni, le loro giunzioni e i loro cambi di direzione, pur mantenendo l'integrità delle tubazioni stesse, la loro tenuta idraulica e la tenuta ai gas che possano formarsi durante il deflusso. Il deflusso, inoltre, dovrà avvenire sempre per gravità; pertanto, tutte le diramazioni non verticali saranno disposte con pendenza verso l'efflusso.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a mantenere costante la chiusura d'acqua nei sifoni: dovranno essere controllati o limitati gli sbalzi di pressione che si producono nell'impianto di scarico. A tal proposito le tubazioni di scarico (il sistema) dovranno essere opportunamente collegate a tubazioni che permettano, attraverso una presa ed uno sbocco, una continua circolazione dell'aria all'interno delle stesse.

I tratti orizzontali di tubazione di raccordo fra singoli apparecchi e colonne dovranno essere installati, per quanto già sopraddetto, con pendenza nel senso di movimento del fluido, e possibilmente paralleli alle pareti, mentre i tratti in verticale dovranno essere perpendicolari al pavimento. I cambiamenti di direzione sia in orizzontale che in verticale saranno limitati al minimo indispensabile ed eseguiti con raccordi/giunzioni a largo raggio per evitare rallentamenti di velocità o altri effetti negativi. Nei cambiamenti di sezione in orizzontale dovranno essere

utilizzate riduzioni eccentriche in modo tale da tener allineata la generatrice superiore della tubazione da collegare.

Le tubazioni che formeranno le "colonne di scarico", generalmente verticali, dovranno essere eseguite, dalla base fino oltre la copertura, senza riduzioni di sezione, non avendo in nessun caso un diametro inferiore ad una qualsiasi diramazione che affluisce alla colonna di scarico stessa. Sono da evitare sifoni a piede colonna.

La tipologia di giunzioni/raccordi da impiegare per le suddette tubazioni è quella specificata nel presente Elaborato nella rispettiva descrizione delle tubazioni. Per gli allacciamenti alla colonna di scarico saranno impiegate braghe a 88,5° per consentire una continua circolazione dell'aria per escludere fenomeni di aspirazione di sifoni: è sconsigliato l'impiego di braghe a 45° e non saranno ammessi collegamenti con "braga ridotta 45° in vicinanza della diramazione. Alla base di ciascuna colonna di scarico sarà generalmente installata un'ispezione (raccordo con tappo a tenuta stagna), accessibile, con possibilità, in caso di necessità, di essere aperta per la rimozione di eventuali residui di scarico. Il tappo di ispezione dovrà essere di diametro corrispondente a quello della tubazione su cui viene installata per diametri della tubazione fino a 110 mm; per tubazioni di diametro maggiore, il tappo sarà sempre da 110 mm. Le ispezioni, inoltre, saranno comunque installate nei collettori orizzontali:

- ogni 15 metri di percorso lineare;
- in corrispondenza di ogni cambio di direzione a più di 45°;
- in corrispondenza di ogni confluenza di due o più collettori.

Nelle colonne di scarico, ed in particolar modo quando la loro lunghezza supera i 15 m, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare eccessive pressioni – depressioni ed eccessive velocità dei liquami.

Qualora le colonne di scarico siano di lunghezza maggiore a 10 metri, per evitare che le contemporaneità di scarico comportino maggiori problemi di pressione e depressione, le colonne di scarico potranno essere sdoppiate (circumventilazione), permettendo così un allacciamento ausiliario per i piani più bassi. L'altezza della circumventilazione dipenderà dall'altezza del fabbricato e dalla quantità d'acqua scaricabile. Per edifici superiori ai 15 piani, con colonna di scarico a ventilazione primaria, la circumventilazione sarà obbligatoria e ad essa saranno allacciati tutti quegli apparecchi installati nei piani interessati dalla zona di maggior pressione (che potrebbe arrivare a 5 m d'altezza) in colonna di scarico.

Nei casi di giunzioni con saldature per polifusione, il personale di saldatura dovrà essere patentato e, prima dell'inizio delle lavorazioni o anche durante il loro corso, su semplice richiesta della DL, l'Appaltatore dovrà esibire gli attestati di qualifica professionale dei saldatori da impiegare o già in corso di impiego nel cantiere.

Le tubazioni e/o i sistemi adottati per lo scarico delle acque "usate" secondo le modalità sopradescritte, dovranno essere realizzati anche nel rispetto dei requisiti di rumorosità prodotta dagli impianti, tipicamente a funzionamento discontinuo, tenuto conto delle caratteristiche isolanti delle strutture edili, caratterizzata da un livello massimo di pressione sonora con costante di tempo slow  $L_{Amax}$  non superiore a 35 dB(A), secondo quanto previsto dal D.P.C.M. 5 dicembre 1997 (cap. 2). In tutti i casi su cui tali limiti non siano raggiungibili o in cui siano richieste caratteristiche di silenziosità superiori, le tubazioni e le relative giunzioni dovranno

essere di tipo "silenziato", caratterizzate da un livello di pressione sonora, misurato in laboratorio secondo la norma EN 14366, non superiore a 12 dB(A) con portata di 2.0 l/s (salvo specifiche indicazioni diversamente riportate in altri documenti progettuali), con camera di rilevazione posta al piano terra, oltre una parete di peso pari a 220 kg/m<sup>2</sup> e con collari di sostegno, serrati, di tipo insonorizzato.

In ogni caso, ove le tubazioni attraversino ambienti abitativi, queste saranno dotate sempre, in corrispondenza di eventuali gomiti o deviazioni della condotta, di un rivestimento con membrana pesante, di spessore 13 mm, costituita da 2 mm di polietilene a cellule chiuse, lamina di piombo da 3 kg/m<sup>2</sup> accoppiata a poliuretano espanso. In alternativa al rivestimento con membrana sarà accettato un prodotto avente analoghe proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti.

Di seguito si evidenziano anche alcuni accorgimenti da adottare sempre per la realizzazione delle tubazioni e/o sistemi di scarico installati all'interno di cavedi, appositamente costruiti per ridurre la generazione e la propagazione del rumore:

- i collari di sostegno delle tubazioni non saranno connessi direttamente alle pareti (tanto più se adiacenti ad ambienti abitativi), ma ai solai o alle strutture in calcestruzzo;
- i collari di sostegno delle tubazioni saranno dotati di anello in elastomero in conformità alla norma DIN 4109 (per limitare i rumori che si propagano per via strutturale): l'anello sarà di dimensioni adatte al diametro esterno della tubazione e non dovrà essere eccessivamente compresso;
- le tubazioni non dovranno essere a contatto con altri elementi rigidi (tubi, strutture, pareti, pavimento, ecc.);
- le tubazioni posizionate nei cavedi, e relativi accessori, non dovranno essere a contatto con le pareti del/i cavedio/i;
- gli attraversamenti in corrispondenza di solai dovranno essere realizzati esclusivamente con prodotti che garantiscano un collegamento elastico (ad esempio riempimento con lana di roccia e sigillatura resiliente o con materassino resiliente);
- corretta ventilazione della colonna di scarico;
- assenza, per quanto possibile, di deviazioni della condotta; in questi casi dovranno essere utilizzati gomiti a 45° e tratto/i di rallentamento da 250 mm, e non curve a 90°;
- il collegamento tra uno scarico verticale ed uno orizzontale sarà realizzato con una braga a 45° ed una curva a 45°.

#### 2.5.2.5 Supporti, ancoraggi e intelaiature per tubazioni per usi generici (circuiti idronici, scarichi, ecc.)

I sistemi di supporto – ancoraggio delle tubazioni devono essere progettati nel dettaglio e costruttivamente dall'Appaltatore. Non saranno accettate soluzioni improvvisate.

Il dimensionamento deve essere effettuato in base a:

- carico statico delle tubazioni, valvole, raccordi, isolamento ed in genere di tutti i componenti sospesi;



- sollecitazioni dovute a sisma, test idrostatici, colpo d'ariete o intervento di valvole di sicurezza;
- sollecitazioni derivanti da dilatazioni termiche.

In ogni caso l'Appaltatore deve sottoporre a preventivo benestare della Direzione Lavori i disegni costruttivi dei sistemi di supporto – ancoraggio e quelli dettaglianti posizione e spinte relative ai punti fissi.

La tipologia e la posizione dei supporti deve essere scelta in base a dimensione dei tubi, configurazione dei percorsi, presenza di carichi concentrati, strutture disponibili per l'ancoraggio, movimenti per dilatazione termica, possibili sollecitazioni sismiche, nonché alla esigenza di evitare trasmissione di rumore e/o vibrazioni alle strutture.

In relazione a quanto sopra, nonché in funzione di quanto necessario e/o prescritto, i sistemi di supporto ancoraggio potranno essere dei seguenti tipi:

Supporti a collare regolabile del tipo a cerniera con vite di trazione, con interposto fra collare e tubo uno strato di materiale isolante rigido o gomma di adeguato spessore, sia per consentire piccoli movimenti nei fori dei due elementi, che per evitare trasmissioni di vibrazioni, ed in fine (per tubazioni convoglianti fluidi freddi) per evitare sul collare formazione di condensa e/o gocciolamenti. Secondo quanto necessario e/o prescritto, i supporti potranno essere appesi a soffitto mediante barre filettate e tasselli ad espansione, opportunamente dimensionati (vedi tabella B), oppure fissati a profilati ad omega, ancorati alle strutture edili in maniera diretta o con sistemi di tipo modulare, costituiti da profilati ad omega ( o simili) e staffaggi. Barre filettate, profilati ad omega e sistemi modulari saranno in acciaio zincato (collegati mediante bulloneria pure zincata);

Supporti a slitta (pattino), ammessi per tubi fino a DN80, o a rullo (diametri superiori): le tubazioni in acciaio nero ed in acciaio inossidabile in esercizio caldo e coibentate possono essere sostenute da spezzoni di profilati (normalmente a T, dello stesso materiale della tubazione, saldati lungo la generatrice inferiore della tubazione) di appoggio diretto alle mensole o ai rulli di scorrimento, di tipo approvato e scelti in relazione al carico; i profilati dovranno avere altezza maggiore dello spessore dell'isolamento termico. Per le tubazioni in esercizio caldo l'attraversamento dell'isolamento da parte del supporto a T deve essere realizzato in maniera tale da avere superfici rifinite e da evitare danneggiamenti dell'isolamento per movimenti di dilatazione termica della tubazione. Gli spezzoni di profilato devono avere lunghezza tale da assicurare un appoggio sicuro sull'eventuale rullo sottostante, sia a caldo che a freddo. L'attacco del rullo alla mensola porterà due appendici ad angolo che abbracceranno il profilato a T, impedendo spostamenti laterali e ribaltamenti del tubo, ove tali spostamenti laterali non contrastino le dilatazioni termiche. Le tubazioni convoglianti fluidi freddi coibentate devono essere sostenute in maniera da evitare la formazione di condensa e gocciolamenti. Non è ammessa alcuna soluzione di continuità dell'isolamento e si dovranno prevedere gusci semicircolari in lamiera zincata, posti all'esterno della tubazione isolata (vedi tabella C) e sostenuti con profilati a T realizzati in maniera analoga a quanto precedentemente descritto, con le seguenti differenze: l'eventuale rullo di scorrimento rispetto al supporto sarà in PTFE e il profilato a T non sarà saldato al tubo, ma al semiguscio (sella) che, con un altro semiguscio abbraccerà il tubo già isolato (fissaggio con bulloni laterali zincati).



Il sistema di supporto e gli staffaggi potranno essere di tipo modulare, prefabbricato con profilati in acciaio:

- zincato (collegati con bulloneria pure zincata) oppure costruiti con profilati in acciaio nero saldato;
- verniciato con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Non saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene.

Inoltre, i supporti – ancoraggi saranno progettati e realizzati anche per resistere a sollecitazioni sismiche.

Nel ribadire che i progetti di dettaglio – costruttivi dei sistemi di supporto – ancoraggio sono a carico dell'Appaltatore e dovranno essere sottoposti ad approvazione della Direzione Lavori, si forniscono comunque alcune indicazioni sugli accorgimenti antisismici da adottare:

- per tubazioni in acciaio fino a DN 25 o in rame fino a DN 20 all'interno di edifici: nessun accorgimento particolare;
- per tubazioni fino a DN 32 entro centrali e/o sottocentrali: nessun accorgimento particolare;
- negli altri casi: evitare che i supporti – ancoraggi siano fissati contemporaneamente a strutture diverse (solaio e parete); utilizzare per gli ancoraggi solo elementi strutturali dell'edificio; controventare sia longitudinalmente che lateralmente i supporti – ancoraggi.

In ogni caso i supporti dovranno essere realizzati in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, nonché per sopportarne il peso previsto; particolare cura dovrà essere posta nei supporti delle tubazioni d'acqua fredda e refrigerata, onde evitare condensa e gocciolamenti.

A titolo di esempio, per le tubazioni in acciaio (nero, zincato, inox) o in rame, i supporti saranno posti con una spaziatura non superiore a quella indicata nella tabella A; si dovrà inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm, da ogni cambio di direzione, se non espressamente indicato nei disegni o in altro capitolo del presente elaborato. Per le tubazioni rigide in plastica (PVC, PEAD, PP) la spaziatura dovrà essere all'incirca la metà di quella indicata in tabella A.

Tutto il sistema di supporto dovrà essere fissato alle strutture dell'edificio a mezzo di sistemi facilmente smontabili; gli staffaggi alle strutture in legno o in metallo saranno fissati con incravattature imbullonate; quelli alle strutture in murature mediante viti e tasselli ad espansione, o sistemi equivalenti, che dovranno comunque ricevere la preventiva approvazione della DL e/o EA.

Nessun ancoraggio sarà ammesso in posizione tale da poter provocare danni al fabbricato.

Tutte le parti di supporti e staffaggi in ferro nero saranno verniciate con due mani di antiruggine di tinta diversa.

Il costo dei supporti, staffaggi, sistema di supporto ed ancoraggi delle tubazioni deve intendersi compreso nel prezzo unitario del tubo in opera.

Nella tabella A è indicata la distanza massima ammessa tra i supporti per tubazioni in acciaio o in rame.

Nella tabella B sono riportate le dimensioni minime delle barre filettate di sostegno.

Nella tabella C sono riportate le dimensioni minime dei gusci.

TAB. A - DISTANZA MASSIMA AMMISSIBILE TRA I SUPPORTI – ANCORAGGI DELLE TUBAZIONI IN ACCIAIO O IN RAME

| Diametro nominale tubazioni | Distanza orizzontale<br>(m) | Distanza verticale<br>(m) |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| fino a DN 20                | 1.5                         | 1.6                       |
| fino a DN 40                | 2.0                         | 2.4                       |
| fino a DN 65                | 2.5                         | 3.0                       |
| fino a DN 80                | 3.0                         | 4.5                       |
| fino a DN 125               | 4.2                         | 5.7                       |
| superiore a DN 125          | 5.1                         | 8.5                       |

TAB. B - DIMENSIONI DEI TIRANTI FILETTATI

| Diametro nominale della tubazione<br>(DN) | Diametro barra filettata (mm) |
|-------------------------------------------|-------------------------------|
| fino a DN 65                              | 10                            |
| da DN 65 a DN 100                         | 12                            |
| da DN 125 a DN 200                        | 16                            |
| da DN 250 a DN 300                        | 20                            |
| da DN 350 a DN 400                        | 24                            |
| DN 450                                    | 30                            |

TAB. C - DIMENSIONI MINIME DEI GUSCI DI SOSTEGNO PER TUBAZIONI FREDDIE COIBENTATE

| Diametro nominale tubazioni | Lunghezza (mm) | Spessore (mm) |
|-----------------------------|----------------|---------------|
| sino a DN 80                | 300            | 1.3           |
| DN 100                      | 300            | 1.6           |
| DN 125                      | 380            | 1.6           |
| DN 150                      | 450            | 1.6           |
| DN 200                      | 600            | 2             |

#### 2.5.2.6 Giunti di dilatazione e antivibranti

Nelle distribuzioni e nel collegamento dei tubi metallici ai supporti ed ancoraggi si dovrà tenere conto delle dilatazioni e contrazioni delle tubazioni. Ove possibile, tali movimenti saranno assorbiti dalle curve e dal tracciato dei tubi, ed i supporti dovranno essere previsti in tal senso; sempre che non si vengano a creare spinte eccessive non compatibili con le strutture portanti o con le apparecchiature collegate. Ove necessario, saranno installati dei compensatori di dilatazione lineare, di tipo assiale o angolari, secondo le specifiche del progetto, plurilamellari in acciaio inox AISI 304, con estremità a saldare o flangiate per tubazioni in acciaio nero o inox e filettate o flangiate per tubazioni zincate (per i giunti a flangia la bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio zincato).

Per il calcolo dell'allungamento delle tubazioni in acciaio, si dovrà considerare un valore di 0.012 mm per metro lineare e per grado centigrado di differenza fra temperatura del fluido e temperatura ambientale al momento dell'installazione. Per tubazioni di acqua calda è da considerare la massima temperatura (di mandata) anche per le tubazioni di ritorno.

Per tubazioni di acqua fredda e refrigerata, se richiesto, potranno essere usati compensatori in neoprene.

La pressione nominale dei compensatori non sarà mai inferiore a PN 10, e sarà comunque adeguata alle condizioni di temperatura e pressione del fluido. Per l'installazione saranno previsti opportuni punti fissi, guide e rulli di scorrimento delle tubazioni, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.

In corrispondenza degli attraversamenti di giunti strutturali (di dilatazione e/o antisismici) dell'edificio, le tubazioni saranno dotate di giunti elastici/flessibili, di pressione nominale (PN) adeguata, tali da consentire spostamenti indipendenti longitudinali e trasversali dei due tronchi di tubazione collegati e come indicato negli esempi proposti nella sezione "Protezione antisismica degli impianti" del presente elaborato.

Tali prescrizioni, valide per tutti i tipi di tubazioni (metalliche e non), assumono particolare valenza per motivi di sicurezza per le reti idriche antincendio e per quelle convoglianti gas, nel rispetto delle vigenti normative in materia.

I vari tipi di giunti e la posizione degli stessi dovranno essere sottoposti a preventiva approvazione della DL.

Tutte le tubazioni e i condotti collegati a macchine con elementi in movimento, e quindi sorgenti di vibrazioni, saranno corredati di giunti antivibranti in adeguata gomma sintetica, oppure, ove necessario, metallici a soffietto, ed in ogni caso aventi PN (pressione nominale) adeguata.

#### 2.5.2.7 Installazione delle condotte – Attraversamento di strutture

Le tubazioni si svilupperanno senza gomiti o curve a piccolo raggio, né bruschi cambiamenti di sezione; saranno posate con spaziature sufficienti a consentire lo smontaggio nonché la facile esecuzione del rivestimento isolante e opportunamente sostenute con particolare riguardo ai punti di connessione con pompe, batterie, valvole, ecc., in modo che il peso non gravi sugli organi di collegamento.

I diametri, i raccordi, le pendenze delle tubazioni in genere devono essere tali da garantire il libero deflusso dei fluidi in esse contenuti, senza dare luogo ad ostruzioni o comunque a depositi che possano, col tempo, comprometterne la funzione.

Nei punti alti delle distribuzioni a circuito chiuso saranno previsti sistemi di sfogo aria, costruiti da barilotti e da valvole di sfiato e nei punti bassi di tutti i circuiti un sistema di scarico dell'acqua (con imbutino di raccolta acqua, il tutto con collegamento alla fognatura).

Quando le tubazioni passano attraverso i muri o pavimenti, saranno protette da manicotti in ferro nero dello spessore di 2 mm. fino alle superfici esterne, per permettere la dilatazione e l'assestamento, oppure con fasciatura di 5 cm di lana minerale certificata ed etichettata come "non cancerogena" ai sensi della legislazione vigente e guaina di protezione, per evitare rotture ai muri in conseguenza delle dilatazioni.

Gli spazi liberi attorno alle tubazioni attraversanti compartimentazioni antincendio dovranno essere chiusi con materiali tagliafuoco aventi resistenza al fuoco REI certificata pari a quella della struttura edile attraversata.

Per le tubazioni in materia plastica (polietilene, polipropilene o PVC) per fluidi in pressione o per scarichi, negli attraversamenti di strutture di compartimentazione antincendio saranno usati collari con funzione tagliafuoco, contenenti materiali espandenti che, in presenza di alta temperatura, si espandono e, sfruttando il rammollimento termico della tubazione, ne schiacceranno le pareti formando un vero e proprio tappo antifluo. Tali collari dovranno essere omologati - certificati REI 120 oppure 180, secondo quanto richiesto e/o necessario. I collari dovranno essere fissati alla struttura muraria con tasselli a pressione. I tubi saranno posti in opera senza svergolarli o sformarli e saranno a dovuta distanza dalle finestre, porte ed altre aperture.

Non sono permessi tagli eccessivi ed indebolimenti delle strutture onde facilitarne la posa in opera dei tubi.

Tutte le sbavature saranno eliminate dai tubi prima della posa in opera; dovrà anche essere effettuata accurata soffiatura in modo da eliminare all'interno qualsiasi ostruzione o deposito.

Lo stesso dicasi per aperture delle apparecchiature.

Tutti gli attraversamenti di pareti e pavimenti devono avvenire in manicotti in acciaio zincato, forniti dall'Appaltatore: essi devono essere installati e sigillati nei relativi fori prima della posa delle tubazioni.

Il diametro dei manicotti deve essere di 1 grandezza superiore a quella dei tubi passanti, oppure al loro isolamento. Le estremità devono sporgere dal filo esterno di pareti e solette di almeno 25 mm.

I manicotti passanti attraverso le solette devono essere posati prima nel getto di calcestruzzo ed otturati in modo da impedire eventuali penetrazioni.

Lo spazio libero tra tubo e manicotto deve essere riempito con lana di roccia od altro materiale incombustibile; l'estremità deve essere sigillata con mastice non indurente.

Dovendosi fissare più manicotti, che debbano essere disposti affiancati, si userà un supporto comune, per mantenere lo scarto ed il parallelismo dei manicotti.

Nel caso di attraversamento dei giunti di dilatazione o dei giunti antisismici dell'edificio, si dovranno prevedere dei manicotti distinti da un lato e dall'altro del giunto, o comunque dei giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i possibili movimenti relativi.

Le tubazioni saranno infine dotate di fascette colorate per l'individuazione dei fluidi (da applicare sopra il coibente, ove previsto) e frecce indicatrici di flusso. Il tutto sarà compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.

#### 2.5.2.8 Protezioni e pulizia delle tubazioni

Tutte le tubazioni sia durante il trasporto che l'immagazzinamento in cantiere dovranno essere adeguatamente protette con teli di nylon ben fissati, o simili, contro l'azione degli agenti atmosferici e contro l'ingresso di sporcizia e/o corpi estranei al loro interno. Analogamente dovranno essere protetti contro l'azione degli agenti atmosferici tutti i materiali e i manufatti per supporti, sistema di supporto, etc.



Per tubazioni e manufatti in acciaio nero, l'obbligatoria verniciatura antiruggine (con due mani di tinta diversa) dovrà avvenire previa sgrassatura e spazzolatura, così da togliere ogni traccia di grasso e/o di ossidazione superficiale. Anche dopo la verniciatura i manufatti dovranno essere protetti contro l'azione degli agenti atmosferici e l'ingresso di sporcizia, fino al momento della posa in opera ed oltre al necessario. In ogni caso anche dopo la posa in opera l'interno delle tubazioni dovrà essere protetto contro l'ingresso di sporcizia o corpi estranei, usando tappi provvisori, fasciature o provvedimenti simili. Il mantenimento dell'integrità di tutte le protezioni deve essere continuamente garantito dall'Appaltatore ed è onere contrattuale a suo carico.

Tutte le apparecchiature verniciate, i manufatti, le tubazioni, ecc., la cui verniciatura sia stata intaccata prima della consegna dell'impianto, dovranno essere ritoccate o rifatte, con vernice c.s.d..

Il costo della sgrassatura, spazzolatura, verniciatura antiruggine e protezione di tubazioni o manufatti si intende compreso nel prezzo unitario della tubazione o del manufatto.

Le tubazioni sottoposte a prove di pressione idroniche saranno immediatamente ed accuratamente soffiate e vuotate da acqua residua. In ogni caso le reti idroniche, subito dalla messa in esercizio, dovranno essere accuratamente lavate, vuotate (fino a che non ne esca acqua pulita) e soffiate al loro interno, così da eliminare ogni traccia di residui di lavorazioni, sporcizia o corpi estranei che fossero penetrati, nonostante le protezioni, il tutto compreso nei prezzi contrattuali.

#### 2.5.2.9 Identificazione delle tubazioni

All'interno delle centrali e delle sottocentrali e lungo tutti i percorsi delle tubazioni, queste saranno dotate di fascette colorate per l'individuazione del fluido convogliato e frecce indicatrici della direzione del flusso, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni. Fascette e frecce saranno applicate sopra l'isolamento, ove presente. I colori saranno quelli della norma UNI 5634:1997.

In alternativa alle fascette colorate, potrà essere scritto il tipo di fluido (la scritta dovrà essere concordata con la Direzione Lavori). In ogni caso non sono ammesse scritte eseguite a mano (a pennarello o simile).

### 2.5.3 **Prove, controlli e certificazioni**

#### 2.5.3.1 Controlli su saldature di tubazioni in acciaio

La committenza e/o la Direzione Lavori si riservano la facoltà di far eseguire per campioni, a propria cura e spese, controlli radiografici secondo le modalità UNI EN ISO 17636-1:2022 e UNI EN ISO 17636-2:2013, sulle saldature e l'Appaltatore dovrà fornire, senza diritto ad alcun compenso particolare, tutta la necessaria assistenza. Quando fossero riscontrate saldature inaccettabili ai sensi della norma UNI EN ISO 10675-1:2013 per insufficiente penetrazione o eccessivo disallineamento dei lembi o altri motivi, l'Appaltatore dovrà provvedere al loro rifacimento, accollandosi altresì l'onere ed i costi relativi al controllo radiografico di dette saldature inaccettabili.

#### 2.5.3.2 Certificazioni

Tutte le tubazioni, come già esposto, saranno dotate di marcatura CE (con relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione), in tutti quei casi in cui la legislazione vigente lo



prevede; per i sistemi in pressione, questi saranno altresì corredati, ove richiesto e/o necessario, di certificazione PED; il tutto ai sensi della "Direttiva 93/42/CEE", del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e/o della "Direttiva PED" 2014/68/UE.

In generale, tutte le tubazioni porteranno stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il nome del produttore ed i dati riguardanti il materiale, il lotto e l'anno di produzione, il diametro e le norme UNI/EN di riferimento. La stampigliatura sarà ripetuta lungo le tubazioni ad intervalli regolari non superiori a 3 (tre) metri.

I dati tecnici delle tubazioni e la loro rispondenza alla normativa dovranno essere documentati dall'Appaltatore sulla base delle schede tecniche dei Costruttori, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti. Anche tali schede tecniche faranno parte della documentazione finale allegata ai disegni *as built*. L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni delle tubazioni che propone di installare e fornire la relativa certificazione di conformità (marcatura CE) nonché dei sistemi di giunzione e di supporto - ancoraggio; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

Per tutte le tubazioni che debbano essere corredate di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "*as built*".

La DL si riserva la facoltà di non accettare tubazioni di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare tubazioni di costruzione asiatica o simile.

## **2.6 Valvolame e componenti di linea**

### **2.6.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.6.1.1 Generalità**

Tutte le valvole, i rubinetti, i filtri di linea, ecc. e componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza (Direttiva PED 2014/68/UE, norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), ecc., e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.).

Nel presente Elaborato non sono citate in dettaglio tutte le normative cui il valvolame / componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi, devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra e/o di quanto riportato nelle caratteristiche tecniche dettagliate nell'Elenco Prezzi Unitari/Elenco Descrittivo delle Voci, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che valvolame/componenti vari per le reti di distribuzione dei vari fluidi non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Qualora il diametro nominale del valvolame sia espresso in millimetri, gli attacchi si intenderanno flangiati; con diametro nominale espresso in pollici, gli attacchi si intenderanno filettati.

Tutto il materiale flangiato sarà completo di controflange, bulloni e guarnizioni, compresi nel prezzo.

Tutto il materiale filettato sarà completo di accessori e materiali vari di consumo, compresi nel prezzo.

## 2.6.2 Modalità di posa in opera

### 2.6.2.1 Generalità

Il valvolame dovrà essere installato secondo le modalità e con la dotazione degli accessori qui di seguito precisate:

- Quando il diametro delle valvole del componente utilizzato sia diverso da quello della tubazione o dell'attacco dell'apparecchiatura collegata, dovrà essere usato un tratto di raccordo di tubazione tronco-conico di conicità non superiore a 15°;
- Il valvolame (o simile) flangiato verrà sempre fornito corredato di controflange, bulloni e guarnizioni; la bulloneria sarà generalmente, salvo specifiche indicazioni diverse, in acciaio zincato (inox per valvolame e/o tubazioni inox);
- Il valvolame (o simile) di tipo "wafer", cioè da montare fra flange, dovrà essere di tipo "LUG", ovvero tale da poter smontare, una volta chiusa la valvola, il componente intercettato, sia a monte che a valle;
- Dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle valvole gravino con il proprio peso sulle valvole stesse; quindi, le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dal valvolame;
- In caso di possibilità di gocciolamenti sopra il valvolame di tubazioni coibentate (ad esempio montate all'aperto), le valvole dovranno avere il volantino o la leva di manovra posizionati in modo tale che in corrispondenza di essi non si infiltri acqua entro la coibentazione (ad esempio il montaggio potrà avvenire con la leva o il volantino posizionati lateralmente o, se ciò comporta problemi di manovrabilità, inferiormente);
- Sui collettori le valvole dovranno essere installate in modo ordinato, con tutti gli assi di manovra allineati; lo stesso dicasi nel caso di valvole su una stessa macchina o su macchine eguali;
- Le valvole servocomandate dovranno essere montate in posizione tale che non vi sia rischio di gocciolamenti sopra il servocomando o i collegamenti elettrici.

### 2.6.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutto il valvolame e componenti di linea durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà valvolame e componenti o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quel valvolame e quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

### 2.6.3 **Prove, controlli e certificazioni**

In generale, tutto il valvolame dovrà generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il nome del produttore (marca) ed i dati riguardanti il diametro, il PN, e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento.

Per tutto il valvolame mancante della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni di tipi di valvolame e componenti di linea che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutto il valvolame e componenti di linea, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati.

L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutto il valvolame che debba essere corredato di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

La DL si riserva la facoltà di non accettare valvolame (o altri componenti di linea) di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare valvolame di costruzione asiatica o simile.

## 2.7 **Apparecchiature accessorie per impianti idronici**

### 2.7.1 **Caratteristiche tecniche generali**

#### 2.7.1.1 Generalità

Tutte le apparecchiature accessorie per le reti di distribuzione dei vari fluidi saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione del produttore, ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatte ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le eventuali parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti ambientali e di sicurezza Direttiva PED 2014/68/UE, Direttiva apparecchi a gas 90/396/CE, norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); principalmente per le eventuali parti elettriche, ove presenti: Direttiva Compatibilità Elettromagnetica EMC 2004/108/CE, e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.);
- essere dotate, ove fisicamente possibile, di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove necessario e/o prescritto le principali caratteristiche tecniche.

Nelle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui le apparecchiature accessorie per le reti di distribuzione dei vari fluidi, devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che tutte le apparecchiature accessorie per le reti di distribuzione dei vari fluidi non rispondenti saranno rifiutate.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità.

## 2.7.2 Modalità di posa in opera per apparecchiature accessorie per impianto

### 2.7.2.1 Generalità

Le apparecchiature accessorie per impianto dovranno essere installate osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la corretta funzionalità e la comodità di utilizzo dell'apparecchiatura, la sua accessibilità per manutenzione ordinaria e straordinaria; in ogni caso osservando tutte le prescrizioni della normativa vigente e delle buone regole dell'arte.

Per alcune apparecchiature descritte in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

Le apparecchiature che necessitano di sostegni e/o ancoraggi alle strutture edili dovranno essere fissate alle strutture edili in maniera stabile e sicura, in modo tale da resistere anche alle sollecitazioni sismiche, senza subire ribaltamenti o spostamenti orizzontali in qualsiasi direzione sotto l'azione del sisma.



Le tubazioni collegate alle apparecchiature accessorie per impianto non dovranno gravare con il loro peso sulle apparecchiature stesse e/o sui loro attacchi; i collegamenti dovranno essere eseguiti in modo tale da poter essere anche facilmente smontati per la manutenzione e se necessario per eventuale riparazione delle varie apparecchiature e loro componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio dell'apparecchiatura e/o di parti di essa.

#### 2.7.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutte le apparecchiature accessorie per impianto o loro parti durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale e/o con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchiature o loro parti insudiciate e/o danneggiate per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quelle apparecchiature o loro parti che risultassero danneggiate, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.7.3 **Prove, controlli e certificazioni**

Tutte le apparecchiature accessorie per impianto dovranno generalmente (ove fisicamente possibile) portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna o su una targa metallica ben fissata il nome del produttore (marca), ed i dati riguardanti il diametro, il PN, e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc., di riferimento. Tutte le apparecchiature accessorie per impianto, per le quali la legislazione vigente lo richiede dovranno essere dotate di marcatura CE e corredate della relativa dichiarazione e certificazione di conformità.

Per tutte le apparecchiature mancanti della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con le certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni di tipi di apparecchiature (con la relativa certificazione CE) che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo all'Appaltatore, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.



La Direzione Lavori potrà rifiutare tutte apparecchiature, pur se già installate, che non risultino conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altre, conformi ed approvate, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

La DL si riserva la facoltà di non accettare apparecchiature di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare apparecchiature di costruzione asiatica o simile.

## **2.8 Canali di distribuzione dell'aria**

### **2.8.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.8.1.1 Generalità**

I canali per la distribuzione dell'aria saranno generalmente, secondo quanto prescritto negli altri elaborati progettuali, in lamiera d'acciaio zincata. Altre tipologie di materiali potranno essere adottate (acciaio inox AISI 304 o AISI 316, alluminio, pannellature sandwich isolanti, tessuto permeabile o forato, materiali plastici, ecc.) ove previsto dal progetto o richiesto dalla Direzione lavori; in tali casi, oltre alle indicazioni del presente Elaborato si applicheranno anche le eventuali specifiche tecniche dei produttori. Per i canali di qualsiasi forma realizzati in lamiera zincata, quest'ultima dovrà essere conforme alle norme UNI EN 10346:2015 – Sendzmir Z 275.

I canali dovranno in ogni caso essere costruiti secondo le buone regole dell'arte ed i principi fondamentali dell'aerodinamica.

In tutti i tronchi dei canali principali dovranno essere previsti dei dispositivi per la misura della portata d'aria (flange tarate o griglie di Wilson), dei quali dovranno essere fornite le curve caratteristiche portata – Delta p. Il bilanciamento aeraulico delle portate nelle condotte sarà ottenuto, ove necessario, con l'inserimento all'interno delle condotte più favorite aeraulicamente, di diaframmi forati tarati di equilibratura (con fori di diametro non inferiore a 20 mm, così da essere difficilmente soggetti ad otturazione per sporcamento).

Le canalizzazioni rettangolari di distribuzione, sia di mandata che di aspirazione, saranno provviste, ove necessario, di captatori, deflettori ed alette direttrici a profilo alare.

In particolare, saranno usati captatori di tipo adeguato:

nei canali di mandata:

- per tutte le bocchette "a canale", che in realtà dovranno essere collegate al canale da un tronchetto delle stesse dimensioni della bocchetta, contenente la serranda ed il captatore;
- per tutti gli stacchi verticali di alimentazione di diffusori: il diffusore sarà collegato al canale da un collare, dello stesso diametro del collo del diffusore, contenente la serranda ed il captatore;
- per tutti gli stacchi ad angolo retto (non raccordati) dal plenum o da canalizzazioni.

Saranno usati deflettori curvi a profilo alare:

nei canali di mandata:

- in tutti i gomiti ad angolo retto e tutte le curve con raggi di curvatura del lato interno inferiore a cinque volte il raggio di curvatura del lato esterno;

- in tutte le curve (e stacchi raccordati) a valle delle quali vi sia, ad una distanza inferiore o pari ad 8 volte il lato "curvato" del canale, una bocchetta o un'altra diramazione;

nei canali di aspirazione:

- in tutti i gomiti ad angolo retto e le curve con raggio di curvatura interno inferiore a cinque volte il raggio di curvatura del lato esterno.

Non saranno ammesse bocchette, griglie o diffusori montati "a filo di canale", cioè senza il tronco di raccordo di cui si è detto, e ciò sia per mandata che per aspirazione.

I canali rettangolari con lato di dimensione maggiore di 45 cm saranno, in genere, bombati a meno che non siano rinforzati in altro modo.

Se in fase di esecuzione o di collaudo si verificassero delle vibrazioni, l'installatore dovrà provvedere all'eliminazione mediante adeguati rinforzi, senza nessun onere aggiuntivo.

Le canalizzazioni circolari di distribuzione saranno provviste, ove necessario, di captatori di tipo adeguato:

nei canali di mandata:

- per tutte le bocchette "a canale", che in realtà dovranno essere collegate al canale da un tronchetto delle stesse dimensioni della bocchetta, contenente la serranda ed il captatore;
- per tutti gli stacchi verticali di alimentazione di diffusori: il diffusore sarà collegato al canale da un collare, dello stesso diametro del collo del diffusore, contenente la serranda ed il captatore.

Tutte le serrande dovranno essere dotate di targhette indicanti la posizione di apertura, di chiusura e di taratura.

Tutti i condotti saranno corredati di portine d'ispezione conformemente alla norma UNI EN 12097:2007, sia come dimensioni che come posizionamento. Le portine dovranno essere apribili con galletti o clips o altro sistema equivalente ed avere buona tenuta (con l'uso di appropriate guarnizioni). Anche la posa in opera dei condotti dovrà essere il più possibile conforme alla citata norma UNI EN 12097:2007.

In corrispondenza degli attraversamenti di giunti di dilatazione o di giunti antisismici, le canalizzazioni saranno dotate di giunti elastici – flessibili, tali da consentire spostamenti indipendenti longitudinali e trasversali dei due tronchi di condotte collegati.

#### 2.8.1.2 Canali per aria rettangolari metallici

##### 2.8.1.2.1 Generalità

I canali, le curve, i giunti, i rinforzi, dovranno essere conformi alle norme UNI EN 1505:2000. La classe di tenuta secondo UNI EN 1507:2008 sarà la B-2.: perdite massime di 0,8 l/s per mq alla pressione massima positiva di 1000 Pa. e 0,5 l/s per mq alla pressione minima negativa di 500 Pa. A tali pressioni le condotte dovranno resistere senza deformazioni apprezzabili. Il rispetto della classe di tenuta "B-2", sarà ottenuto oltre che con una costruzione a perfetta regola d'arte, anche sigillando all'interno con apposito mastice o simile tutte le giunzioni delle lamiere, sia quelle longitudinali (lungo le aggraffature) che quelle fra un tronco e l'altro (in corrispondenza di baionette o flange) o fra canale e serrande o altri componenti. Le sigillature dovranno essere eseguite a regola d'arte, ben lisce e con asporto del materiale in eccesso. Dovranno essere

accuratamente sigillati anche i collegamenti eventuali con canali flessibili ed i collegamenti con i terminali (bocchette, griglie, diffusori, ecc.). I canali dovranno essere in grado di resistere, senza deformazioni apprezzabili, a pressioni di 1700 Pa e depressioni di 750 Pa.

I canali a sezione rettangolare dovranno avere le seguenti caratteristiche:

| DIMENSIONE LATO<br>MAGGIORE<br>DEL CANALE | PESO<br>CONVENZIONALE<br>LAMIERA DI<br>ALLUMINIO | SPESSORE MINIMO |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| fino a 300 mm                             | 2,30 kg/ m <sup>2</sup>                          | 0.8 mm          |
| da 310 a 750 mm                           | 2,75 kg/ m <sup>2</sup>                          | 1.0 mm          |
| da 760 a 1200 mm                          | 3,30 kg/ m <sup>2</sup>                          | 1.2 mm          |
| oltre 1200 mm                             | 4,33 kg/ m <sup>2</sup>                          | 1.5 mm          |

2.8.1.2.2 Spessori e pesi (per canali in acciaio zincato o inox e canali in alluminio)

| DIMENSIONE LATO<br>MAGGIORE<br>DEL CANALE | PESO<br>CONVENZIONALE<br>LAMIERA ZINCATA ED<br>INOX | SPESSORE MINIMO<br>(prima della zincatura) |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| fino a 300 mm                             | 5,10 kg/ m <sup>2</sup>                             | 0.6mm                                      |
| da 310 a 750 mm                           | 6,7 kg/ m <sup>2</sup>                              | 0.8 mm                                     |
| da 760 a 1200 mm                          | 8,2 kg/ m <sup>2</sup>                              | 1.0 mm                                     |
| da 1210 mm a 2000 mm                      | 9,8 kg/ m <sup>2</sup>                              | 1.2 mm                                     |
| oltre 2000 mm                             | 12,0 kg/ m <sup>2</sup>                             | 1.5 mm                                     |

### 2.8.1.2.3 Gunzioni

| DIMENS. LATO MAGG. CANALE | TIPO DI GIUNZIONE      | DISTANZA        |
|---------------------------|------------------------|-----------------|
| fino a 300 mm             | a baionetta            | max. 1.5 m      |
| da 300 mm fino a 750 mm   | a flangia con angolari | max. ogni 1.5 m |
| da 750 a 1800 mm          | a flangia con angolari | max. ogni 1 m   |
| oltre 1800 mm             | a flangia con angolari | max. ogni 1 m   |

I canali a sezione rettangolare con lato di dimensione sino a 300 mm devono essere bombati, oltre, devono essere rinforzati con angolari in acciaio zincato come segue:

| DIMENS. LATO MAGG. CANALE | DIMENSIONE DELL'ANGOLARE DI RINFORZO | DISTANZA MAX TRA GLI ANGOLARI DI RINFORZO |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| da 350 fino a 1200 mm     | 30x30x3 mm                           | 2.00 m                                    |
| da 1250 fino a 1500 mm    | 40x40x4 mm                           | 1.00 m                                    |
| da 1550 fino a 1800 mm    | 50x50x5 mm                           | 1.00 m                                    |
| oltre 1800 mm             | 30x30x3 mm                           | 1.00 m con aggiunta di 1 tirante          |

### 2.8.1.3 Canali per aria circolari metallici

#### 2.8.1.3.1 Generalità

Saranno di tipo spiroidale, a perfetta tenuta, conformi alle norme UNI EN 1506:2008, costruiti, salvo esplicite indicazioni diverse, in lamiera di acciaio zincato a norme UNI EN 10346:2015 Sendzimir Z 275. Se espressamente richiesto potranno essere in alluminio oppure in acciaio inox AISI 304 oppure AISI 316.

I diametri dei condotti saranno il più possibile quelli della serie unificata (mm 63,80,100,125,160, ecc.).

In alternativa alla costruzione spiroidale la DL si riserva la facoltà a proprio insindacabile giudizio di accettare a pari prezzo anche costruzioni non spiroidali, purché con irrigidimenti strutturali (nervature) di rinforzo. In ogni caso le condotte dovranno garantire, salvo esplicite prescrizioni diverse, la classe "B" di tenuta secondo UNI EN 12237:2004, ovvero con perdite non superiori a 0,8 l/s per mq alla pressione di prova positiva di 1000 Pa e 6,6 l/s per mq alla pressione negativa di 750 Pa. A tali pressioni le condotte dovranno resistere senza fughe d'aria, né deformazioni apprezzabili. Dovranno essere accuratamente sigillati anche i collegamenti fra canali ed altri componenti (serrande o simili, eventuali canali metallici o flessibili) ed i collegamenti con i terminali (bocchette, diffusori, griglie, ecc.).

Tutte le diramazioni e le biforcazioni saranno raccordate ai canali principali con tratti tronco conici.

Ove espressamente richiesto, verranno adottati canali circolari preisolati. L'isolamento sarà eseguito in lana minerale certificata ed etichettata come "non cancerogena" ai sensi della legislazione vigente, ad alta densità, con conduttività termica (a 20 °C) non superiore a 0,040 W/m °C. Lo spessore dell'isolante sarà, a seconda di quanto richiesto e/o necessario, 25 mm oppure 50 mm. L'involucro esterno sarà ancora in lamiera di acciaio zincato, delle caratteristiche

e spessori di seguito precisati. I condotti dovranno essere posti in opera seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa costruttrice, sigillando accuratamente le giunzioni, oltre che della condotta interna, anche dell'involucro esterno.

#### 2.8.1.3.2 Spessori

| DIAMETRO DEL<br>CONDOTTO                         | PESO<br>CONVENZIONALE<br>LAMIERA ZINCATA ED<br>INOX | SPESSORE MINIMO<br>(prima della zincatura) |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ACCIAIO ZINCATO DEL<br>TIPO A SPIRALE<br>(SPIRO) |                                                     |                                            |
| Fino a 80 mm                                     | 3,50 kg/ m <sup>2</sup>                             | 0,4 mm                                     |
| Oltre, fino a 250 mm                             | 5,10 kg/ m <sup>2</sup>                             | 0.6 mm                                     |
| Oltre, fino a a 560 mm                           | 6,70 kg/ m <sup>2</sup>                             | 0.8 mm                                     |
| Oltre, fino a 900 mm                             | 8,20 kg/ m <sup>2</sup>                             | 1.0 mm                                     |
| Oltre 900 mm                                     | 9,80 kg/ m <sup>2</sup>                             | 1,2 mm                                     |
| ACCIAIO ZINCATO CON<br>GIUNTO<br>LONGITUDINALE   |                                                     |                                            |
| Fino a 160 mm                                    | 5,10 kg/ m <sup>2</sup>                             | 0.6 mm                                     |
| Oltre, fino a 315 mm                             | 6,70 kg/ m <sup>2</sup>                             | 0.8 mm                                     |
| Oltre 315 mm                                     | 8,20 kg/ m <sup>2</sup>                             | 1.0 mm                                     |

#### 2.8.1.3.3 Giunzioni

Le giunzioni fra i vari tronchi e/o fra questi e la raccorderia saranno del tipo a bicchiere maschio-femmina, con interposizione di guarnizioni a doppia tenuta (a lamelle, ad U, a doppio OR), tali da non richiedere l'impiego di altri materiali di tenuta. Non saranno accettate guarnizioni a semplice OR; potranno invece essere accettati, previa approvazione della DL, anche altri tipi di tenuta, senza guarnizioni, ma con l'impiego di sigillanti poliuretanici o simili, più collari esterni a vite stringitubo. In ogni caso la classe di tenuta dovrà essere la "B", salvo esplicite funzioni diverse. Dovranno essere accuratamente sigillati anche i collegamenti fra canali ed altri componenti (serrande o simili, eventuali canali metallici o flessibili) ed i collegamenti con i terminali (bocchette, diffusori, griglie, ecc.).

Tutte le diramazioni e le biforcazioni saranno raccordate ai canali principali con raccordi tronco-conici.

#### 2.8.1.4 Canali flessibili

Saranno utilizzati esclusivamente per il collegamento di unità terminali alle canalizzazioni rigide. È ammesso l'impiego di canali flessibili dei tipi seguenti:

- canale flessibile realizzato da doppio strato di tessuto in materiale plastico rinforzato con fibra di vetro, irrigidito da una spirale di acciaio armonico avvolta tra i due strati di tessuto. Il condotto dovrà avere classe di reazione al fuoco non superiore a 1,



secondo il D.M.I. 26/06/84 e successive modifiche/integrazioni secondo D.M. 03/09/2001. Il canale dovrà avere superficie interna liscia. L'eventuale isolamento termico andrà applicato all'esterno;

- canale flessibile realizzato con un nastro di alluminio o di acciaio inossidabile avvolto elicoidalmente;
- canale flessibile preisolato – silenziato realizzato in alluminio microforato con foglio di polietilene di protezione adatto anche per uso alimentare, irrigidito da una spirale di acciaio armonico, con materassino isolante esterno in fibra di vetro certificata ed etichettata come “non cancerogena” secondo la legislazione vigente e involucro finale di protezione realizzato con film di alluminio/carta *kraft*.

Le giunzioni elicoidali saranno tali da garantire tenuta all'aria e flessibilità. L'eventuale isolamento termico andrà applicato all'esterno. I canali dovranno essere incombustibili in classe 0 di reazione al fuoco secondo il D.M.I. 26/6/84 e successive modifiche/integrazioni secondo D.M. 03/09/2001

In ogni caso i canali dovranno resistere, senza fughe né deformazioni permanenti, a pressioni e depressioni di almeno 2 kPa (200 mm c.a.), essere a perfetta tenuta, leggeri, robusti, di elevatissima flessibilità e adattabilità ed aventi classe di reazione al fuoco non superiore a 1, secondo il D.M.I. 26/6/84 e successive modifiche/integrazioni secondo D.M. 03/09/2001

Tutti i raccordi e le giunzioni dei condotti flessibili fra loro, o a condotti rigidi, saranno del tipo a manicotto, con fascetta stringitubo a vite, montato con interposizione di gomma o altro materiale di tenuta. Dovranno essere accuratamente sigillati anche i punti di collegamento a terminali (collari di diffusori, bocchette, griglie, ecc.) o ad altri componenti (serrande, regolatori, ecc.).

Qualora il diametro del flessibile sia diverso da quello dell'attacco dell'apparecchio da collegare (unità terminale e simile) verrà utilizzato un raccordo tronco-conico rigido, in lamiera zincata, saldata a stagno lungo una generatrice, e collegato al condotto flessibile nel modo su esposto. Solo se espressamente richiesto, in particolari casi, i canali flessibili saranno costruiti in lamierino di acciaio inox (AISI 304 o 316, secondo quanto richiesto e/o necessario), corrugato. Le giunzioni e le altre caratteristiche saranno come sopra detto.

#### 2.8.1.5 Canali per impianti di evacuazione fumi

Le specifiche tecniche delle diverse tipologie di questi canali e le relative modalità di posa in opera sono descritte al capitolo relativo alle apparecchiature e componenti antincendio.

### 2.8.2 **Modalità di posa in opera**

#### 2.8.2.1 Generalità

Per molte delle canalizzazioni descritte in precedenza le modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di tipi di canalizzazioni che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

#### 2.8.2.2 Supporti, ancoraggi e intelaiature

In linea di massima i supporti e gli ancoraggi saranno conformi alla norma UNI EN 12236:2003 (Ventilazione degli edifici – Ganci e supporti per la rete delle condotte – Requisiti di resistenza).

Nei percorsi orizzontali i supporti saranno costituiti da profilati posti sotto i canali nel caso questi abbiano sezione rettangolare o da collari composti da due gusci smontabili per i canali circolari. Tali supporti saranno sospesi mediante tenditori regolabili a vite provvisti di guarnizione in neoprene per evitare la trasmissione di vibrazioni alle strutture.

I tenditori saranno ancorati alle strutture mediante tasselli a espansione o altro sistema idoneo, comunque, tale da non arrecare pregiudizio alla statica e alla sicurezza delle strutture.

Il numero di supporti e la distanza tra gli stessi dipenderà dal percorso, dalle dimensioni e dal peso dei canali.

In ogni caso la distanza tra i supporti non dovrà essere superiore a 3 m.

Nei percorsi verticali i supporti saranno costituiti da collari, con l'interposizione di gomma o altro materiale elastico in grado di assorbire le vibrazioni.

Per le modalità di ancoraggio, il numero e la distanza dei collari vale quanto già indicato in precedenza.

Quando non siano previsti appositi cavedi, nell'attraversamento di pareti, divisori, soffitti, ecc. tra il canale e la struttura attraversata andrà interposto uno spessore di materiale elastico che impedisca la trasmissione di vibrazioni e la formazione di crepe. I supporti e gli ancoraggi saranno esclusivamente in acciaio zincato o in materiale di maggior pregio.

I sistemi di supporto-ancoraggio delle canalizzazioni dovranno altresì essere realizzati con criteri antisismici, ovvero sostanzialmente:

per condotte rettangolari con lato maggiore fino a 60 cm e per condotte circolari rigide o flessibili con diametro fino a 70 cm: nessun accorgimento particolare;

per condotte di dimensioni superiori: evitare che i supporti siano fissati contemporaneamente a strutture diverse (solaio e parete); utilizzare per gli ancoraggi solo gli elementi strutturali dell'edificio; controventare sia longitudinalmente che lateralmente i supporti;

in ogni caso il sistema di ancoraggio ed il dimensionamento antisismico dei supporti ed ancoraggi dovranno essere studiati nel dettaglio dall'appaltatore e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

I canali posti in copertura, all'esterno, dovranno essere installati sollevati dal pavimento sottostante, in modo da consentire il libero deflusso delle acque meteoriche; dovranno essere fissati rigidamente alle strutture di copertura con sistemi che non danneggino le impermeabilizzazioni e che resistano all'azione del vento ed alle sollecitazioni sismiche (ricorrendo ad esempio a cavetti in acciaio di controventatura ed irrigidimento, inclinati ed ancorati da un'estremità alle strutture di pavimento e dall'altra a dei profilati metallici fissati sopra il canale. Tutte le parti metalliche dei supporti ed ancoraggi posti all'esterno saranno in acciaio zincato o in materiale di maggior pregio (assolutamente in acciaio inox i cavetti – tiranti di cui sopra).

#### 2.8.2.3 Protezione e pulizia delle condotte

Le condotte dovranno essere protette contro lo sporco sia esterno che interno di qualsiasi tipo, sia in fase di trasporto, che di immagazzinaggio in cantiere, che di posa in opera; dovranno essere altresì protette dopo la posa in opera, fino alla consegna finale alla Committente.

Con riferimento alla norma UNI EN 15780:2011, Annex F, il livello di pulizia dovrà in genere essere almeno quello intermedio (Intermediate PDI) e non sarà accettato quindi il livello minimo (Basic PDI). Pertanto, appena giunti in cantiere, i condotti dovranno essere immagazzinati in luogo pulito e protetti con teli di nylon ben fissati, così da impedire sporcamenti di qualsiasi tipo; tali protezioni dovranno essere tolte solo all'atto di montaggio, con pulizia interna dei canali stessi.

Una volta eseguito il montaggio, tutte le aperture delle condotte (quelle per bocchette, griglie, diffusori; quelli di testa di tronchi di canali e così via) dovranno essere immediatamente e nuovamente protette con nylon e nastro adesivo, fissato in modo tale da non creare intralci o impedimenti alle lavorazioni di altre ditte o imprese.

Anche dopo il montaggio di bocchette, griglie e diffusori, questi dovranno pure essere protetti contro l'ingresso di polvere o altro sporco e le protezioni saranno tolte temporaneamente solo per le prove e i collaudi e quindi rimesse, per essere poi tolte definitivamente solo all'atto della consegna finale degli impianti alla Committente.

Per particolari applicazioni (ospedali, laboratori, industrie farmaceutiche) è richiesto il livello di pulizia elevato (Advanced PDI): in aggiunta a quanto sopra prescritto tutti i tronchi di condotta dovranno giungere in cantiere accuratamente protetti con confezioni in pellicola di polietilene o con nylon e nastro adesivo o altro sistema analogo, che assicuri che non possono esservi infiltrazioni di polvere o altra sporcizia; l'immagazzinaggio in cantiere, fino al momento della posa in opera, dovrà avvenire lasciando integre tutte le protezioni.

In ogni caso, prima dell'avviamento dell'impianto, le condotte dovranno essere sottoposte ad un'accurata ispezione interna e a pulizia finale a secco.

#### 2.8.2.4 Identificazione dei canali

All'interno delle centrali e sottocentrali e lungo i percorsi delle canalizzazioni (tranne che per canali a vista entro locali climatizzati), ogni 10 metri dovranno essere poste sui canali frecce adesive di lunghezza 30 cm indicanti il senso di percorrenza dell'aria, con colori diversi e con le indicazioni scritte "mandata", "presa A.E.", ecc... In ogni caso non sono ammesse scritte a mano con pennarelli o simili.

#### 2.8.3 Prove, controlli e certificazioni

La classe di rigidità e di tenuta delle canalizzazioni dovrà essere attestata da apposita certificazione dell'Appaltatore o del suo fornitore, comunque sottoscritta dall'Appaltatore.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà, a proprio insindacabile giudizio, di far eseguire all'Appaltatore in corso d'opera prove di rigidità e di tenuta delle canalizzazioni. L'Appaltatore dovrà rendere disponibili tutte le strumentazioni ed attrezzature, adeguatamente tarate. Le prove saranno eseguite secondo le procedure delle rispettive norme di riferimento, ove applicabili, citate in precedenza. Le prove verranno eseguite prima della chiusura dei vani tecnici, cavedi, controsoffitti e possibilmente, prima di eseguire sui canali fori per griglie, bocchette, ecc. (in alternativa tali fori verranno provvisoriamente sigillati). Le prove potranno essere effettuate, a scelta della DL, sull'intera rete di condotte o su un campione sufficientemente rappresentativo. Verrà usato allo scopo un ventilatore di prova con dispositivo di misura della portata aspirata a regime (eguale alla portata "di perdita" dei canali) e di misura

della pressione. La prova avrà lo scopo di accertare che sia rispettata la classe di tenuta prescritta, con la dovuta rigidità. Nulla sarà dovuto all'Appaltatore per dette prove (ivi compreso l'uso di strumenti ed attrezzature).

In caso di esito negativo delle prove, l'Appaltatore è tenuto a porre in essere tutti gli accorgimenti e gli interventi atti a ripristinare la classe di rigidità/tenuta prescritta, a propria cura e spese, senza alcun onere per la Committenza.

Le prove saranno verbalizzate.

Per tutti i componenti che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

## **2.9 Dispositivi di linea e terminali per la distribuzione e diffusione dell'aria**

### **2.9.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.9.1.1 Generalità**

Tutti i dispositivi di linea e terminali per la distribuzione e diffusione dell'aria (e simili), saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredati della relativa dichiarazione di conformità o prestazione; il tutto ai sensi della "Direttiva macchine" 2006/42/CE e/o del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;

essere adatti a funzionare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio, nonché nelle condizioni di installazione previste in progetto, specialmente per i componenti collocati all'esterno;

- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle inerenti gli aspetti del comfort, dell'acustica, del risparmio energetico (con particolare riferimento alle perdite di carico) ambientali e di sicurezza (principalmente per le eventuali parti elettriche, ove presenti: Direttiva Compatibilità Elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, ecc.) e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, ecc.);
- essere dotate di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove necessario e/o prescritto le principali caratteristiche tecniche.
- per i dispositivi verniciati, la tinta sarà quella scelta dalla Direzione Lavori.

Nelle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli componenti devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che apparecchi non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta degli apparecchi dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per gli aspetti di seguito esposti:

DISPOSITIVI DI LINEA:



- efficienza energetica, con particolare riferimento alle perdite di carico che devono essere le più basse possibile compatibilmente con il corretto funzionamento;
- silenziosità di funzionamento, tale da ottenere il rispetto delle normative vigenti ed in particolare delle UNI 8199:2016 (sulle modalità di collaudo acustico) ed UNI 9432:2011 (sul livello di esposizione personale al rumore negli ambienti di lavoro);
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

**DISPOSITIVI TERMINALI:**

- efficienza energetica, nel senso sopra descritto;
- silenziosità di funzionamento, nel senso sopradescritto;
- ottenimento di comfort ambientale in termini di uniformità di temperatura e velocità dell'aria nelle zone occupate, assenza di correnti d'aria, ecc.;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

Le prese d'aria esterna, se poste su pareti verticali non protette, dovranno essere dimensionate per velocità frontali non superiori a 2 m/s e devono essere dotate di efficaci sistemi per evitare che l'acqua penetri al loro interno. Occorrerà, inoltre, verificare la distanza tra dette prese e possibili sorgenti di inquinanti (compresa l'espulsione dell'aria).

In relazione a quanto previsto negli elaborati di progetto, saranno usati i seguenti tipi di dispositivi di linea e terminali per la distribuzione e diffusione dell'aria:

**2.9.2 Modalità di posa in opera****2.9.2.1 Generalità**

Per alcuni dispositivi di linea/terminali per la distribuzione e diffusione dell'aria descritti in precedenza le modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

**2.9.2.2 Modalità di posa in opera per dispositivi/componenti di linea**

Tutti i componenti dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni di progetto e/o del costruttore in ordine a tratti di canalizzazione dritta a monte e/o valle e spazi di rispetto per l'accessibilità, l'ispezione e la manutenzione ordinaria e straordinaria.

Tutti i dispositivi "pesanti" (ovvero di peso paragonabile ad una lunghezza di condotta d'aria all'incirca eguale a quella del componente, e comunque non superiore ad 1 metro) dovranno essere installati con propri supporti, senza gravare con il loro peso sulle canalizzazioni in cui sono inseriti: i supporti dovranno, direttamente o indirettamente, essere fissati alle strutture edili e saranno costituiti da barre filettate in acciaio zincato o altri manufatti metallici analoghi, con l'esclusione di qualsiasi parte in ferro nero (anche se verniciato). Nel caso il componente potesse trasmettere vibrazioni, i sostegni di supporto- ancoraggio e quelli di collegamento alle canalizzazioni, dovranno essere realizzati in modo da limitare il più possibile tale trasmissione (ricorrendo all'impiego di materiali elastici e/o antivibranti).

Il collegamento alle canalizzazioni dovrà avvenire con l'interposizione di materiali di tenuta/guarnizione che garantiscano la classe di tenuta prescritta per le condotte.

Il posizionamento dei dispositivi, le modalità di collegamento alle canalizzazioni ed i sistemi di supporto-ancoraggio dovranno consentirne l'eventuale smontaggio ed il rimontaggio con



relativa semplicità, senza alcun danno (salvo eventualmente la sostituzione del materiale di tenuta/guarnizione). L'eventuale bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con l'esclusione del ferro nero.

Qualora le dimensioni degli attacchi (flange o simili) del componente siano diverse da quelle della canalizzazione in cui esso va inserito, dovranno essere usati dei tronchetti di raccordo ben conformati, con angoli di allargamento/restringimento non superiori a 15°.

#### 2.9.2.3 Modalità di posa in opera per serrande tagliafuoco e simili

Le serrande/griglie tagliafuoco dovranno essere installate osservando tutte le indicazioni di progetto, del costruttore, della normativa vigente e della buona regola dell'arte, con particolare riferimento a:

- continuità della resistenza all'incendio fra serranda/griglia e struttura edile in cui è inserita: a tal proposito le serrande senza tunnel REI dovranno essere montate con la pala a filo o leggermente all'interno della struttura edile;
- facilità di accesso e spazi di rispetto per tutti i meccanismi ed i dispositivi di sgancio e di riarmo;
- facilità di controllo dello stato aperto-chiuso della serranda senza necessità di smontaggio di componenti edilizi o simili.

In ogni caso gli interstizi eventualmente rimasti nel foro di montaggio, dopo l'installazione dell'apparecchio, fra involucro dell'apparecchio stesso e struttura edile, dovranno essere scrupolosamente sigillati a cura dell'Appaltatore con procedure e materiali che garantiscano, sotto la sua responsabilità, la continuità della resistenza all'incendio e la correttezza della posa in opera.

Poiché i dispositivi tagliafuoco vanno sempre scelti con dimensioni leggermente superiori a quelle del canale in cui vanno inseriti (e ciò per tener conto dell'ingombro costituito dallo spessore dei componenti interni), per il collegamento al canale dovranno essere usati dei tronchetti di raccordo ben conformati, con angoli di allargamento/restringimento non superiori a 15°. Il collegamento alle canalizzazioni dovrà avvenire con l'interposizione di materiali ininflammabili di tenuta/guarnizione che garantiscano la classe di tenuta prescritta per le condotte. L'eventuale bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con l'esclusione del ferro nero.

#### 2.9.2.4 Modalità di posa in opera per dispositivi terminali di distribuzione/diffusione dell'aria

Tutti i componenti dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni di progetto e/o del costruttore nonché le buone regole dell'arte.

I componenti a parete dovranno essere posizionati in modo coordinato ed armonizzato con l'eventuale modularità della parete, centrati in modo appropriato e tale da non creare intralcio all'arredo, ove ne sia nota o facilmente intuibile la disposizione e la tipologia.

I componenti a soffitto/controsoffitti dovranno essere posizionati in modo coordinato ed armonizzato oltre che con gli altri apparecchi a soffitto (come corpi illuminanti e così via) anche con l'orditura del controsoffitto e quindi centrati in modo appropriato anche rispetto agli elementi del controsoffitto stesso. Peraltro, il loro posizionamento previsto deve essere concordato con la DL e sottoposto alla sua approvazione, tenendo naturalmente nel debito conto, oltre ai fattori

estetici, anche le esigenze funzionali di una corretta distribuzione dell'aria e di un agevole accesso per manutenzione.

I componenti montati a soffitto non dovranno gravare con il loro peso su controsoffitti e simili, ma dovranno essere supportati in modo indipendente, fissati cioè alle canalizzazioni dell'aria oppure, nel caso di collegamento con canalizzazioni flessibili, fissati a strutture edili rigide per mezzo di accessori metallici (profilati, barre filettate o simili) con esclusione di manufatti o parti di questi in ferro nero (anche se verniciato).

In linea generale (salvo casi particolari, in cui ciò sia espressamente consentito) non è ammesso il collegamento di terminali direttamente alle canalizzazioni ("a filo canale") ma è d'obbligo l'impiego di tronchetti di raccordo (con raddrizzatori/captatori, ove necessario e/o prescritto): il collegamento "a filo canale" è consentito solo per dispositivi costruiti e destinati espressamente per tale applicazione.

Particolare attenzione dovrà essere posta nei collegamenti fra terminali e condotte, che andranno realizzati in modo da minimizzare le fughe d'aria, con l'adozione di materiali di tenuta e/o di sigillatura (ciò vale in particolare per i collegamenti "a cannocchiale").

Il posizionamento dei dispositivi, le modalità di collegamento alle canalizzazioni dell'aria, i sistemi di supporto ed ancoraggio e di fissaggio alle parti edili dovranno consentirne l'eventuale smontaggio ed il rimontaggio con relativa semplicità, senza alcun danno (salvo l'eventuale sostituzione del materiale di tenuta/guarnizione) né per i componenti impiantistici, né per le parti edili.

Qualora le dimensioni del componente siano diverse da quelle della canalizzazione cui esso va collegato, dovrà essere usato un tronchetto di raccordo ben conformato, con angoli di allargamento/restringimento non superiori a 15°.

Grandi griglie di aspirazione, presa aria esterna od espulsione dovranno essere complete di telaio per il montaggio dall'interno o dall'esterno con relative staffe pesanti di fissaggio.

Le griglie dovranno essere poste ad un'altezza tale da impedire l'accumulo di neve davanti ad esse.

Qualora una griglia affacciata all'esterno sia collegata ad un canale, tra la griglia ed il canale dovrà essere previsto un tronco della lunghezza minima di 30 cm in lamiera zincata e dello spessore stesso del canale, inclinato verso l'alto di un angolo di 25°, per impedire eventuale trasporto d'acqua nel canale.

Per quanto riguarda le prese d'aria esterna, queste dovranno essere poste ad una altezza in generale maggiore di 4 metri dal piano di campagna e maggiore di 6 metri da una strada pubblica.

In generale, comunque, le prese d'aria esterna dovranno essere mantenute lontane da strade di grande traffico, da espulsioni di fumi da combustione e miscele derivate, espulsioni di wc, aria viziata e aria contaminata in generale, nonché da torri evaporative. Tale distanza sarà determinata in relazione alla contaminazione dell'aria espulsa in base alla normativa vigente.

Le espulsioni dell'aria in genere dovranno essere tali da allontanare gli inquinanti dall'edificio, da zone occupate e da prese d'aria esterna e nel caso di espulsione di aria particolarmente inquinata, fumi o miscele derivate dovranno essere portate nel punto più alto del tetto dell'edificio. Eventuali particolari situazioni saranno verificate con gli enti locali preposti.

### 2.9.2.5 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi o loro parti durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione (per evitare sporcamenti anche dei canali d'aria), che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

### 2.9.3 **Prove, controlli e certificazioni**

Ogni apparecchio, ove prescritto dalla legislazione vigente, sarà dotato di marcatura CE, con la relativa certificazione di conformità redatta e rilasciata dal costruttore.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti. In particolare, per i dispositivi tagliafuoco dovranno essere forniti i certificati di prova ed omologazione, le dichiarazioni di conformità di ciascun apparecchio e le certificazioni di corretta posa in opera.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni delle apparecchiature che propone di installare e fornire la relativa certificazione di conformità (marcatura CE); nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

Infine, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto e/o della normativa, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

Per tutti i dispositivi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "*as built*".

## 2.10 Isolamenti termici e relative finiture

### 2.10.1 Caratteristiche tecniche generali

#### 2.10.1.1 Generalità

Tutti gli isolamenti termici e le relative finiture saranno delle migliori marche esistenti sul mercato e dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere dotati di marcatura CE e corredati della relativa certificazione e/o dichiarazione di conformità qualora prescritte ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 nonché, delle rispettive disposizioni legislative di riferimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di temperatura ed umidità previste in progetto;
- avere spessori non inferiori a quelli previsti in progetto e comunque, quando impiegati per fluidi caldi, non inferiori ai minimi fissati dalle normative vigenti sul contenimento dei consumi energetici;
- essere costruiti, testati e certificati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.) nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza, di comportamento al fuoco e di tossicità dei fumi.

In ogni caso gli spessori sono relativi al solo materiale isolante.

Tutti i materiali ed i manufatti isolanti dovranno essere classificati e certificati, ai fini del comportamento al fuoco, secondo la normativa europea e ai sensi della legislazione vigente (D.M. 10/03/2005 e D.M. 15/03/2005). Le classi di reazione al fuoco richieste per ogni singolo prodotto sono indicate nelle singole specifiche tecniche, riportate nel seguito e nelle descrizioni estese dell'Elenco Prezzi Unitari (EPU) / Elenco Descrittivo delle Voci (EDV). Ai fini della corrispondenza fra le nuove classificazioni europee e le precedenti classificazioni nazionali (D.M. 26/06/1984) vale quanto indicato nel D.M. 15/03/2005 e nelle relative tabelle 1,2,3 ad esso allegate. È ammesso l'impiego di materiali e/o manufatti certificati secondo la precedente classificazione nazionale, se non costituenti "prodotti da costruzione" ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011. Il tutto dovrà essere documentato dalle relative certificazioni/dichiarazioni di conformità. Lo stesso dicasi per le relative finiture esterne; gli isolanti fibrosi dovranno essere anche certificati ed etichettati come "non cancerogeni" ai sensi del D.M. 01/09/1998, della circolare n° 4 del 15/03/2000 e della successiva direttiva comunitaria 2009/2/CE.

### 2.10.2 Modalità di posa in opera

#### 2.10.2.1 Generalità

Tutti gli isolamenti dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte, dopo il buon esito della prova idraulica e, per le tubazioni in acciaio nero, dopo che queste sono state verniciate con le necessarie due mani di antiruggine resistente alla temperatura d'esercizio e in ogni caso senza lasciare scoperta alcuna parte di superfici calde o fredde non solo di tubazioni, ma neppure di valvole, giunti e simili. Particolare cura dovrà essere posta nell'isolamento di superfici fredde, che dovrà garantire la massima tenuta alla migrazione di vapore ed impedire nel modo più assoluto la formazione di condensazione sia sulla superficie del componente isolato che sulla superficie dell'isolamento che infine al suo interno.



Non saranno accettati sistemi di ancoraggio-supporto di tubazioni e/o isolamenti che possono consentire formazione di condensa e/o gocciolamenti.

Sarà in ogni caso rifiutato l'impiego di fibre di vetro/minerali o similari per l'isolamento di tubazioni o altri componenti convoglianti acqua fredda o refrigerata.

Di seguito per gli isolamenti sono fornite alcune prescrizioni per la posa in opera di carattere generale.

#### 2.10.2.2 Modalità di posa in opera per l'isolamento termico di tubazioni eseguito in guaina (lastra per i diametri più elevati) di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse

L'isolamento termico di tubazioni in guaina di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse dovrà avere diametro interno esattamente uguale a quello esterno della tubazione, in modo che non vi resti aria intrappolata; sarà posto in opera incollato (o preadesivizzato) con apposito collante fornito dalla stessa casa costruttrice al tubo alle testate (per una lunghezza di almeno 10 mm) e lungo tutte le giunzioni sia longitudinali (eventuali, da evitare se possibile) che di testa, nonché sigillato (previa accurata pulizia) con la massima cura lungo le giunzioni medesime con nastro adesivo (spessore circa 3 mm) dello stesso materiale fornito sempre dalla stessa casa costruttrice. Collante e nastro non dovranno modificare le prescritte caratteristiche di reazione al fuoco. Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.). È ammesso che per alcune parti di tubazioni non rettilinee (quali curve, Te, o simili) vengano eventualmente utilizzati pezzi speciali precostruiti in cantiere con tronchetti di guaina opportunamente tagliati e sagomati e/o con porzioni di lastra, sempre dello stesso spessore, il tutto posto in opera con le stesse modalità. Per le tubazioni di diametro più elevato per le quali non fossero disponibili nel mercato le guaine, si userà lastra dello stesso materiale (con tutte le altre caratteristiche termofisiche e di reazione al fuoco eguali a quelle della guaina); posta in opera con le modalità precedentemente esposte.

Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi.

#### 2.10.2.3 Modalità di posa in opera per l'isolamento termico di tubazioni in coppelle manufatte semirigide (materassino/feltro per diametri oltre DN300) di lana di vetro o lana di roccia rivestite esternamente all'origine con carta KRAFT-alluminio retinata o foglio di alluminio rinforzato

L'isolamento termico di tubazioni in coppelle manufatte semirigide (aventi diametro interno esattamente uguale a quello esterno della tubazione, in modo che non vi resti aria intrappolata) di lana di vetro o lana di roccia rivestite esternamente all'origine con carta KRAFT-alluminio retinata o foglio di alluminio rinforzato e con fascia di bordo preadesivizzata per la chiusura della coppella lungo il taglio longitudinale sarà posto in opera sigillato (previa accurata pulizia) con la massima cura lungo tutte le giunzioni sia longitudinali che di testa delle coppelle con nastro adesivo alluminato fornito sempre dalla stessa casa costruttrice. Il nastro non dovrà modificare le prescritte caratteristiche di reazione al fuoco. Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.). Un "giro" di filo di ferro zincato o una fascetta strigi-tubo in plastica potrà rendersi necessaria ogni mezzo metro circa di tubo isolato per tenere ben fermo in posizione l'isolamento. Per le parti di tubazioni non rettilinee (quali curve, Te, valvole, dilatatori o simili) saranno utilizzati pezzi speciali preformati nello stesso materiale e dello stesso spessore, posti in opera con le stesse modalità; è ammesso che per alcune di queste parti, le coppelle e i pezzi speciali vengano integrate o parzialmente sostituiti da materassino/feltro, nello stesso materiale



e dello stesso spessore, posto in opera con le stesse modalità e avvolto sempre alla fine con carta KRAFT. Per tubazioni di diametro superiore a DN 300, per le quali non fossero reperibili coppelle, si userà materassino/feltro di lana di vetro o lana di roccia, sempre rivestito all'origine con carta KRAFT-alluminio retinata o foglio di alluminio rinforzato (con tutte le altre caratteristiche termofisiche e di reazione al fuoco eguali a quelle delle coppelle) posto in opera con nastratura a tutte le giunzioni (con apposito nastro adesivo fornito dalla stessa casa produttrice del materassino); un ulteriore avvolgimento con rete zincata leggera terrà in posizione l'isolamento.

Non saranno accettati isolamenti in fibre di vetro/minerali per tubazioni convoglianti acqua fredda o refrigerata.

Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi.

#### 2.10.2.4 Modalità di posa in opera per l'isolamento termico esterno di canalizzazioni d'aria in lastra di polietilene espanso a celle chiuse autoadesivo su un lato e rivestito all'origine sull'altro lato con lamina di alluminio liscio o goffrato di protezione

L'isolamento termico esterno di canalizzazioni d'aria in polietilene espanso a celle chiuse autoadesivo su un lato e rivestito all'origine sull'altro lato con lamina di alluminio liscio o goffrato (a scelta della D.L.) di protezione sul lato non adesivizzato sarà posto in opera a regola d'arte, incollato (essendo preadesivizzato) sull'intera superficie esterna dei condotti e senza discontinuità lungo le giunzioni, rivestendone anche (ove presenti) flange, baionette, ecc., e sigillato a tutte le giunzioni longitudinali e trasversali e sulle testate di estremità con apposito nastro adesivo (fornito dalla stessa casa costruttrice) dello stesso materiale del rivestimento, seguendo scrupolosamente le istruzioni per l'uso (in particolare previa accurata pulizia delle superfici). Non sarà accettato l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.).

Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi.

#### 2.10.2.5 Modalità di posa in opera per l'isolamento termico esterno di canalizzazioni d'aria in lastra di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse

L'isolamento termico esterno di canalizzazioni d'aria in lastra di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse sarà posto in opera a regola d'arte, incollato (o preadesivizzato) con apposito collante fornito dalla casa costruttrice sull'intera superficie esterna dei condotti e senza discontinuità lungo le giunzioni, rivestendone anche (ove presenti) flange, baionette, ecc., e sigillato a tutte le giunzioni longitudinali e trasversali e sulle testate di estremità con apposito nastro adesivo (fornito dalla stessa casa costruttrice) dello stesso materiale isolante, seguendo scrupolosamente le istruzioni per l'uso (in particolare previa accurata pulizia delle superfici). Non sarà accettato l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.).

Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi.

#### 2.10.2.6 Modalità di posa in opera per l'isolamento termico esterno di canalizzazioni d'aria in materassino/feltro di lana di vetro o lana di roccia rivestito esternamente all'origine con carta KRAFT-alluminio retinata o foglio di alluminio rinforzato

L'isolamento termico esterno di canalizzazioni d'aria in materassino/feltro di lana di vetro o lana di roccia rivestito all'origine con carta KRAFT-alluminio retinata o foglio di alluminio rinforzato sarà posto in opera a regola d'arte, avvolto attorno al canale, evitando schiacciature sugli spigoli

dei canali rettangolari e rivestendone anche le flangiate, baionette, ecc., e sigillato a tutte le giunzioni con apposito nastro adesivo alluminato (fornito dalla stessa casa costruttrice), seguendo scrupolosamente le istruzioni per l'uso (in particolare previa accurata pulizia delle superfici). Un "giro" di nastratura sarà quindi effettuato attorno a tutto il canale, ad intervalli regolari di circa 0,5 m. Particolare attenzione dovrà essere posta (adottando tutti gli accorgimenti necessari, quali arpioncini o simili) per evitare "spancamenti" dell'isolamento soprattutto sui lati inferiori dei canali orizzontali;

#### 2.10.2.7 Modalità di posa in opera per l'isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri, ecc.

Nel caso di impiego di gusci isolanti prestampati per apparecchiature e valvolame convoglianti acqua refrigerata, gli stessi dovranno essere accuratamente incollati lungo le giunzioni e (salvo che per i gusci in caucciù o neoprene espanso) tratti con barriera al vapore esterna, eseguita con apposita vernice bituminosa o simile.

Qualora fosse utilizzato nastro autoadesivo di caucciù o neoprene espanso oppure nastro autoadesivo costituito da impasto di prodotto bituminoso e graniglia di sughero (Prestite), lo stesso dovrà essere posto in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, senza stirarlo ed avvolgendolo in più strati, fino a raggiungere uno spessore di almeno 15 mm.

Qualora fosse utilizzata la lastra di caucciù o neoprene espanso, la stessa dovrà essere posta in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, incollata e avvolgendola in più strati se necessario fino all'ottenimento di una forma regolare (cilindrica o poliedrica) e di uno spessore analogo a quello della relativa tubazione.

Qualora fosse utilizzato materassino di lana di vetro o di roccia certificata ed etichettata come "non cancerogena" secondo la legislazione vigente lo stesso dovrà essere posto in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, avvolgendolo anche in più strati se necessario fino all'ottenimento di una forma regolare (cilindrica o poliedrica) e di uno spessore analogo a quello della relativa tubazione.

L'isolamento di valvolame, filtri, ecc., dovrà, in ogni caso, essere realizzato ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, ed in modo tale da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanicici in tutti i punti ove ciò sia necessario.

Si rammenta che l'isolamento termico di compensatori o giunti (ove presenti) dovrà consentire gli spostamenti dei compensatori o giunti stessi.

#### 2.10.2.8 Modalità di posa in opera per l'isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc., in materassino di lana di vetro o lana di roccia e rivestito esternamente all'origine con carta KRAFT-alluminio retinata o foglio di alluminio rinforzato

L'isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc., in materassino di lana di vetro o lana di roccia e rivestito esternamente all'origine con carta KRAFT-alluminio retinata o foglio di alluminio rinforzato (ammesso solo per componenti contenenti fluidi "caldi" e non freddi e/o refrigerati), sarà posto in opera secondo le migliori regole dell'arte con cartone ondulato e rete zincata e sigillato a tutte le giunzioni longitudinali e trasversali e sulle testate di estremità con apposito nastro adesivo alluminato fornito dalla stessa casa costruttrice, seguendo scrupolosamente le

istruzioni per l'uso (in particolare previa accurata pulizia delle superfici). Non sarà accettato l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.).

#### 2.10.2.9 Modalità di posa in opera per l'isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc., in lastra di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse

L'isolamento di serbatoi, scambiatori, ecc., in lastra di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa a celle chiuse e dello stesso tipo di quello impiegato per le tubazioni sarà posto in opera (eventualmente in più strati, fino allo spessore richiesto) secondo le migliori regole dell'arte, incollato con apposito collante fornito dalla casa costruttrice e sigillato con la massima cura lungo tutte le giunzioni longitudinali e trasversali e sulle testate di estremità con apposito nastro adesivo (dello spessore di 3 mm fornito dalla stessa casa costruttrice) dello stesso materiale del rivestimento, seguendo scrupolosamente le istruzioni per l'uso (in particolare previa accurata pulizia delle superfici). Non sarà accettato l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o P.V.C.).

Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi.

#### 2.10.2.10 Modalità di posa in opera per la finitura esterna degli isolamenti

##### 2.10.2.10.1 Generalità

La finitura esterna (ove prevista) riguarderà in genere tutti gli impianti a vista (tubazioni, canalizzazioni, serbatoi, scambiatori, valvolame ecc.) e sarà realizzata a perfetta regola d'arte ed in modo da poter essere facilmente smontata senza distruggerla.

Nel caso di componenti posti all'esterno o soggetti a possibili gocciolamenti, le giunzioni delle finiture dovranno essere eseguite e poste in posizioni tali da impedire l'infiltrazione di acqua (ad esempio sigillando con silicone tutte le giunzioni e per tubazioni orizzontali, disponendo le giunzioni longitudinali della finitura lungo la generatrice inferiore).

Si rammenta che la finitura esterna (ove vi sia) dovrà consentire gli spostamenti degli eventuali compensatori di dilatazione o giunti.

Di seguito per le finiture degli isolamenti sono fornite alcune prescrizioni per la posa in opera di carattere generale.

##### 2.10.2.10.2 Finitura in lamierino metallico per tubazioni e canalizzazioni d'aria

I rivestimenti esterni in lamierino metallico dovranno essere a perfetta tenuta d'acqua; il fissaggio, lungo la generatrice, avverrà previa ribordatura, sigillatura con silicone o simili e sovrapposizione del giunto, mediante viti autofilettanti in acciaio inox o altro equivalente materiale inattaccabile dagli agenti atmosferici. La giunzione fra i tratti cilindrici potrà avvenire per sola sovrapposizione e ribordatura dei giunti, previa accurata sigillatura con silicone o simile. I pezzi speciali, quali curve, T, etc. saranno pure in lamierino, eventualmente realizzati a settori. Anche per i serbatoi, scambiatori etc. il lamierino potrà essere a settori, fissati con viti autofilettanti - rivetti (almeno per quanto riguarda i fondi). In ogni caso tutte le giunzioni dovranno essere accuratamente sigillate. In particolare, le giunzioni longitudinali dovranno avvenire lungo la generatrice inferiore. Per il valvolame, filtri e simili si useranno gusci stampati/calandrati, fissati ed apribili con clips.

##### 2.10.2.10.3 Finitura con lamina in P.V.C per tubazioni e componenti isolati

Il rivestimento con lamina autoavvolgente di P.V.C. per tubazioni e componenti isolati sarà a perfetta tenuta d'acqua, ben sigillato lungo tutte le giunzioni con apposito collante o nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice. Tutte le curve, Tee, ecc., saranno rivestite con i pezzi speciali (gusci) già disponibili in commercio, posti in opera con le stesse modalità. I pezzi racchiudenti dilatatori, giunti, valvolame o simili dovranno essere smontabili facilmente, senza danneggiarli.

Nelle testate saranno usati collarini di alluminio, perfettamente sigillati.

In ogni caso particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura dei giunti nel caso di tubazioni e componenti all'esterno, per evitare infiltrazioni d'acqua. In particolare, le giunzioni longitudinali dovranno avvenire lungo la generatrice inferiore.

#### 2.10.2.10.4 Finitura con lamina (o lastra) in materiale sintetico impermeabile per canalizzazioni isolate

Il rivestimento con lamina (o lastra) in materiale sintetico (elastomero, P.V.C.-P, oppure analoghi polimeri) flessibile e impermeabile, sarà a perfetta tenuta d'acqua, ben sigillato lungo tutte le giunzioni con apposito collante e/o silicone e nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo preadesivizzato da sovrapporre).

In ogni caso particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura dei giunti nel caso di canalizzazioni, posti all'esterno, per evitare infiltrazioni d'acqua. In particolare, le giunzioni longitudinali dovranno avvenire lungo la generatrice inferiore.

#### 2.10.2.10.5 Verniciatura esterna dell'isolamento in caucciù o neoprene

La verniciatura di componenti isolati con guaina/lastra di caucciù/neoprene avverrà con almeno due mani di vernice in tinta a scelta della DL, previa pulizia preliminare della superficie esterna che elimini ogni eventuale traccia di sporco, unto o polvere. La vernice dovrà essere fornita dalla stessa casa costruttrice dell'isolamento.

#### 2.10.2.11 Tracciamento di condutture con cavi scaldanti autoregolanti

Nel caso di tubazioni contenenti acqua esposte al pericolo di gelo, l'Appaltatore deve adottare opportuni accorgimenti per evitare che l'acqua all'interno delle tubazioni possa gelare; per i circuiti chiusi è possibile adottare la circolazione dell'acqua anche al di fuori dei periodi di funzionamento dei circuiti; per i circuiti aperti (idrico sanitari, antincendio, acqua di falda, ecc.) è necessario prevedere il tracciamento delle condutture mediante cavi scaldanti autoregolanti. Le modalità di posa sono descritte nel relativo paragrafo.

#### 2.10.2.12 Protezione e pulizia dei materiali

Isolamenti termici e/o finiture degli isolamenti stessi sia durante la loro giacenza in cantiere prima della posa in opera, che dopo l'installazione dovranno essere protetti contro l'insudiciamento ed i possibili danni dovuti alle operazioni di cantiere e agli agenti atmosferici mediante l'impiego di teli di nylon adeguatamente posizionati e fissati. Tali protezioni potranno essere tolte solo in occasione di prove e collaudi (per essere poi ripristinati) e alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione lavori non accetterà materiali insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei materiali che risultassero



danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del materiale (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.10.2.13 Identificazione dei circuiti

Come citato nell'apposito paragrafo sull'identificazione delle tubazioni, all'interno delle centrali e delle sottocentrali e lungo tutti i percorsi delle tubazioni, queste saranno dotate di fascette colorate per l'individuazione del fluido convogliato e frecce indicatrici della direzione del flusso, lunghe 30 cm, e poste ogni 10 m, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni e/o dell'isolamento/finitura. Fascette e frecce saranno naturalmente applicate sopra l'isolamento o la finitura esterna, ove presente. I colori saranno quelli della norma UNI 5634:1997.

In alternativa alle fascette colorate, potrà essere scritto il tipo di fluido (la scritta dovrà essere concordata con la Direzione Lavori). In ogni caso non sono ammesse scritte eseguite a mano (a pennarello o simile).

#### 2.10.3 **Prove, controlli e certificazioni**

In generale, ove fisicamente possibile, tutti gli isolamenti dovranno generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il marchio CE il nome del produttore ed i dati riguardanti il materiale, il lotto e l'anno di produzione, il diametro e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento. La stampigliatura sarà ripetuta ad intervalli regolari non superiori a 3 (tre) metri. Anche gli imballi saranno regolarmente etichettati e marcati CE. Per gli isolamenti mancanti della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni CE, le dichiarazioni di conformità, le certificazioni di prova ed eventuali omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, ad eseguire campionature dei tipi e sistemi di isolamento e fornire la certificazione di conformità del materiale impiegato ai campioni omologati; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non eseguiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutti quegli isolamenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati o che, comunque (anche se conformi a campioni approvati), non siano eseguiti secondo contratto o secondo le buone regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, ed al loro completo rifacimento nel modo corretto, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Gli spessori si intenderanno e saranno sempre misurati in opera e si rifaranno al solo materiale isolante, esclusa finitura.

Le conduttività termiche dovranno essere sempre documentate da certificati di Istituti autorizzati, e valutate (salvo specifiche indicazioni diverse) a 40°C.

Qualora la conduttività termica dei materiali impiegati sia diversa da quella necessaria per gli spessori di Legge, sarà onere e cura dell'Appaltatore adeguare gli spessori a proprie spese, senza aumento di prezzo alcuno.



È obbligo dell'Appaltatore proteggere da danneggiamenti di qualsiasi tipo gli isolamenti già posti in opera (ad esempio per tubazioni a pavimento) in quanto non saranno accettati rappezzi o simili. Quindi l'Appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti del caso (protezioni con teli di nylon, oppure con tavolati provvisori, o con malta a seconda dei casi).

Per tutti i materiali che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

## **2.11 Centrali di trattamento dell'aria componibili**

### **2.11.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.11.1.1 Generalità**

Quanto qui descritto e prescritto s'intende valido sia per intere centrali di trattamento aria che, ove applicabile, per testate ventilanti che dovessero venir impiegate.

Ogni centrale dovrà essere costruita in conformità alle norme UNI EN 1886: 2008 e UNI EN 13053: 2020, con le seguenti caratteristiche minime da rispettare in toto:

- classe di resistenza meccanica minima dell'involucro: D2 (R);
- classe di tenuta all'aria: L2 sia per le parti in depressione che in pressione, per filtri ePM1 (50%) e fino a ePM1 (85%); L1 per filtri oltre ePM1 (85%), il tutto con riferimento alla classificazione dei filtri secondo UNI EN ISO 16890-1:2017.
- classe termica: T2;
- classe ponte termico: TB3 per montaggio all'interno o in vano dedicato; TB2 per montaggio all'esterno (o assimilabile a esterno);
- classe by-pass filtri: 1%, per filtri ePM1 (50%); 0,5% per filtri ePM1 (85%), secondo UNI EN ISO 16890-1:2017;
- indice di valutazione  $R_w$  del potere fono isolante di parete: 36 dB;
- classe di reazione al fuoco dei pannelli: A1 .

Tali caratteristiche dovranno risultare da specifica dichiarazione/documentazione tecnica del costruttore controfirmata dall'Appaltatore (installatore).

Nel caso di macchine che giungono in cantiere disassemblate e vengono assemblate dall'Appaltatore, le prove di trafilamento per la verifica della classe B e quella di by-pass nel filtro dovranno essere eseguite (secondo le norme) dall'Appaltatore, possibilmente con l'intervento del costruttore dopo l'assemblaggio e la certificazione relativa sarà rilasciata dall'Appaltatore o, in caso di intervento del costruttore, sarà rilasciata dal costruttore e controfirmata dall'Appaltatore o viceversa.

Anche le prestazioni quali:

- portate d'aria, prevalenze utili e rendimenti dei ventilatori;
- potenze termiche/frigorifere; portate e temperature dei fluidi termo-frigo vettori; perdite di carico delle varie batterie;
- efficienze e perdite di carico delle sezioni di filtrazione;
- potere fonoisolante  $R_w$  e spessori delle lamiere dei pannelli di tamponamento;

- dovranno essere riportate nella succitata dichiarazione/documentazione tecnica del costruttore controfirmata dall'Appaltatore (installatore), così da poter verificare la rispondenza delle prestazioni alle prescrizioni di progetto/contratto.

In ogni caso, a parità di altre condizioni, sarà data preferenza ad apparecchiature con prestazioni certificate (Eurovent o altro Organismo riconosciuto).

La committenza e/o la D.L. si riservano la facoltà di far testare la/le C.T.A. (non certificate Eurovent) presso un istituto/ente terzo per certificarne le prestazioni: qualora le prestazioni risultanti dai test corrispondano a quelle dichiarate dall'Appaltatore, gli oneri per i test e le certificazioni "terze" saranno a carico del Committente; se invece una o più delle prestazioni testate risultasse inferiore a quella/e dichiarata/e dall'Appaltatore, gli oneri per test e certificazioni "terze" nonché quelli per rendere la macchina corrispondente a quanto richiesto e/o dichiarato dall'Appaltatore saranno a totale carico di quest'ultimo.

La centrale sarà dotata di marcatura CE e corredata delle relative certificazioni e dichiarazioni, ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento. Sarà inoltre conforme alla Direttiva ErP (2009/125/CE) e rispettive disposizioni legislative di recepimento e al Regolamento UE 1253/2014 sulle unità di ventilazione, con particolare riferimento ai requisiti al 1° gennaio 2016 e, successivamente, al 1° gennaio 2018. Dovrà altresì rispettare tutte le normative ambientali e di sicurezza ed in particolare il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. .

La centrale di trattamento dell'aria sarà a struttura completamente metallica, costituita da più sezioni componibili, montate, ove possibile, direttamente in fabbrica. In ogni caso, qualora per qualsiasi motivo fosse necessario far giungere la centrale smontata e montarla sul luogo di installazione, ciò non costituirà motivo per l'Appaltatore di richiesta di maggiori compensi di sorta, bensì il montaggio in cantiere si intenderà compreso nel prezzo contrattuale della macchina.

Lo sviluppo della C.T.A. sarà orizzontale, oppure verticale, oppure misto, secondo quanto necessario e/o richiesto.

La struttura della centrale (salvo esplicite prescrizioni diverse) sarà a pannelli in lamiera zincata a forte zincatura, di tipo sandwich, con interposto uno strato di materiale isolante in lana minerale o di vetro certificata ed etichettata come "non cancerogena" ai sensi della legislazione vigente, apprettata, di densità non inferiore a 45 kg/m<sup>3</sup> o altro materiale da approvare dalla DL, di spessore non inferiore a 40 mm. Non saranno però accettate soluzioni con pannelli in poliuretano o altri isolanti simili. Lo spessore delle lamiere non sarà inferiore a 10/10 mm. In ogni caso l'indice di valutazione  $R_w$  del potere fonoisolante dei pannelli non dovrà essere inferiore a 36 dB; la classe di reazione al fuoco dei pannelli sarà A1. La macchina potrà essere esternamente preverniciata, a semplice richiesta della DL, senza variazione di prezzo.

Le giunzioni fra i pannelli costituenti ogni singola sezione saranno realizzate in modo da garantire sia perfetta tenuta aeraulica (con l'impiego di materiali di guarnizione o di tecnologie costruttive particolari) che assoluta assenza di ponti termici. Lo stesso dicasi per le giunzioni fra una sezione e l'altra. Tutta la bulloneria e viteria da usare dovrà essere esclusivamente in acciaio inossidabile, con esclusione di viti o bulloni in leghe di rame o in acciaio zincato. L'unione fra le varie sezioni dovrà essere semplice ed efficace, e permettere agevolmente lo smontaggio di una sezione dall'altra e/o il successivo rimontaggio. Tutti i collegamenti della centrale a

canalizzazioni d'aria dovranno essere eseguiti con interposizione di giunti antivibranti flangiati (compresi nel prezzo contrattuale) in tela olona o in robusto tessuto plastico.

Saranno installati termometri a gas inerte, in acciaio inox, della massima precisione (classe 1):

- per acqua: sulle tubazioni d'ingresso-uscita di ogni batteria;
- per aria: all'ingresso-uscita di ogni canale d'aria collegato alla centrale (presa A.E. - ricircolo - mandata);
- per aria: a valle di ciascuna singola sezione di trattamento di riscaldamento – umidificazione - raffreddamento. Tutti i termometri per aria dovranno essere del tipo a capillare, così da rilevare la temperatura media dell'aria; dovranno essere fissati con staffe, in modo da non creare difficoltà allo smontaggio dei pannelli della centrale.

Inoltre, saranno installati manometri con tre attacchi dotati di rubinetto di fermo per ciascuna batteria percorsa da acqua, così da poter in ogni momento controllare la caduta di pressione attraverso la sola batteria, la valvola di regolazione e/o la somma di entrambe, (compresi nel prezzo contrattuale).

Ogni CTA sarà provvista di targa metallica, con stampigliati in maniera chiara ed indelebile (non è ammessa la scrittura a mano o con adesivi o simili) il nome del costruttore, l'anno di costruzione e tutte le caratteristiche principali (portate d'aria, potenze termiche - frigorifere, pressioni disponibili, ecc.) delle varie sezioni.

La centrale sarà provvista di illuminazione interna in corrispondenza delle principali sezioni (ventilanti, di umidificazione, e ove opportuno); l'illuminazione sarà ottenuta con lampade stagne, azionabili da apposito interruttore esterno pure stagno. È compreso nel prezzo della macchina il cablaggio dell'impianto di illuminazione.

La centrale dovrà essere provvista di portelli d'ispezione (pannellati, come il resto della centrale) in numero e di dimensioni tali da consentire un agevole accesso a tutte le parti interne (per controlli e/o manutenzioni) nonché per consentire lo smontaggio e l'estrazione di ventilatori, filtri, e quant'altro necessario. I portelli dovranno essere dotati di guarnizioni a perfetta tenuta all'aria ed apribili a mezzo di maniglie e/o altro sistema equivalente, approvato dalla DL.

Gli sportelli delle sezioni ventilanti dovranno essere dotati (ciascuno) di appositi cartelli di segnalazione antinfortunistica (i cartelli saranno in materiale robusto, resistente agli urti e alla corrosione, con scritte indelebili, fissati con viti inox e di dimensioni tali da risultare ben evidenti, visibili e leggibili).

Tutte le parti e gli elementi della centrale dovranno essere resi equipotenziali.

Le centrali dovranno essere dimensionate, salvo apposite prescrizioni diverse, con velocità frontali dell'aria sulla sezione di passaggio delle batterie non superiore a 2,5 m/s. Sono ammesse velocità massime di 3.2 m/s solo per centrali di pura termoventilazione, cioè senza batteria di raffreddamento e senza umidificazione.

Particolare attenzione dovrà essere posta, nella selezione dei ventilatori, alle loro caratteristiche acustiche (potenza sonora e relativo spettro di frequenza). Esse dovranno essere tali da consentire il rispetto dei requisiti acustici richiesti/prescritti per i vari ambienti, tenuto conto della presenza (ove prevista) delle sezioni di attenuazione acustica delle macchine e dell'attenuazione delle reti aerauliche (ivi compresi, ove previsti, i relativi silenziatori, con le

rispettive prestazioni). La verifica del soddisfacimento di tale condizione è a carico dell'Appaltatore, anche sotto il profilo della rispettiva responsabilità. Tale verifica dovrà, su semplice richiesta della D.L., essere sottoposta alla visione della D.L. medesima, rimanendo comunque l'Appaltatore unico responsabile al riguardo. Sono naturalmente a totale carico dell'Appaltatore, senza alcun onere per la Committenza, tutti gli eventuali interventi e/o adempimenti che si rendono necessari per il soddisfacimento di cui si tratta. Tali interventi/adempimenti non dovranno comportare alcun aumento dei consumi energetici del sistema aeraulico.

N.B. L'Appaltatore dovrà fornire ben in tempo per l'esecuzione delle eventuali opere edili necessarie, i disegni costruttivi di ogni centrale, con l'indicazione dei punti di appoggio e dei rispettivi carichi statici e dinamici (con frequenze).

#### 2.11.1.2 Sezioni con serrande

Le serrande dovranno essere a perfetta tenuta all'aria, quando sono in posizione di chiusura. La tenuta potrà essere realizzata con particolari sagomature della estremità delle alette e/o con l'impiego di materiali di guarnizione. Anche le serrande saranno nello stesso metallo costituente i pannelli esterni. Saranno di tipo ad alette controrotanti, ed i perni saranno portati all'esterno per consentire un agevole collegamento a staffaggi e/o servomotori.

Dovranno esservi precisi riferimenti all'esterno (con targhe indicatrici) per identificare chiaramente la posizione in cui si trova ciascuna serranda. Nelle sezioni di espulsione – ricircolo - miscela il passaggio in corrispondenza della serranda di ricircolo dovrà essere dotato di lamiera forata calibrata di equilibratura delle perdite di carico. Le serrande nelle sezioni di presa d'aria esterna dovranno essere dotate di microinterruttore che inibisca il funzionamento del ventilatore di mandata a serranda chiusa.

#### 2.11.1.3 Sezioni batterie

Le batterie (salvo specifiche prescrizioni diverse) saranno di tipo in tubo di rame ed alettature continue in lamierino di alluminio con telaio in acciaio zincato; saranno adatte alla temperatura e alla pressione di funzionamento previste. Le curvette d'estremità dei tubi ed i collettori dovranno essere alloggiati all'interno della sezione contenente la batteria e non sono ammesse centrali in cui le curvette e/o i collettori siano esterni: dai pannelli costituenti la sezione dovranno sporgere esclusivamente gli attacchi. Gli attacchi ed i collettori (ove questi collettori siano in acciaio) dovranno essere verniciati con almeno due mani di vernice resistente all'azione dell'umidità. Ogni batteria dovrà essere dotata di rubinetti di scarico e di sfiato. Non dovranno esservi fessure tra la batteria e la sezione di contenimento, che consentano che una parte dell'aria venga by-passata rispetto alla batteria. Per particolari applicazioni potranno essere richieste batterie in rame-rame con telaio inox AISI 304.

Tutte le batterie dovranno essere surdimensionate del 15% rispetto alle potenze richieste/necessarie, come fattore di manutenzione/pulizia.

A monte e a valle di ciascuna batteria dovrà esservi un tratto libero di almeno 10 cm (per strumenti indicatori o di regolazione).

Quindi non sarà accettato che, ad esempio, vi siano due batterie successive (es. preriscaldamento e refrigerazione) accostate l'una all'altra.



Le batterie di raffreddamento - deumidificazione dovranno essere dotate di vasca di raccolta della condensa in materiale atto a resistere perfettamente all'azione corrosiva dell'acqua (acciaio inox 316 o vetroresina o simili, con esclusione di semplice lamiera zincata o di alluminio).

#### 2.11.1.4 Sezione di umidificazione a vapore da umidificatore ad elettrodi immersi o a resistenze immerse

Sarà costituita da una sezione di centrale della lunghezza di circa 80÷100 cm, comprendente un distributore di vapore in acciaio inox forellato, ad intercapedine, facilmente ispezionabile e smontabile, corredato anche di attacco di scarico condensa; tubazione flessibile di scarico condensa sifonata fino all'attacco di collegamento alla fognatura o all'apposito attacco dell'umidificatore. La sezione sarà dotata di portina d'ispezione con oblò trasparente.

#### 2.11.1.5 Separatori di gocce

Saranno ad almeno tre pieghe con bordo fermagocce, costruiti interamente in peralluman o in acciaio inossidabile, con alette profilate così da ottenere un effetto di raddrizzamento dei filetti fluidi con minima perdita di carico.

#### 2.11.1.6 Sezioni filtranti

Tutti i filtri dovranno essere in materiale non infiammabile, classe A1 (o al più A2-s1, d1) certificata. È espressamente richiesto all'appaltatore che tutti i filtri siano certificati Eurovent. Essi dovranno essere facilmente ispezionabili ed estraibili per manutenzione, quindi le sezioni filtranti dovranno essere dotate di portine di dimensioni adeguate, a perfetta tenuta. I filtri dovranno essere installati nei loro alloggiamenti con l'impiego di guarnizioni di tenuta, così da garantire che tutto il flusso dell'aria passi attraverso i filtri (senza indesiderati by-passaggi): le guarnizioni dovranno essere di tipo adeguato e di lunga durata; i telai di delimitazione del mezzo filtrante, salvo specifiche indicazioni diverse, dovranno essere metallici (acciaio zincato o alluminio o altro metallo resistente all'umidità e alla corrosione) o in robusta materia plastica, con esclusione di legno o cartone. Se espressamente richiesto, ciascuna sezione di filtrazione sarà dotata di micromanometro differenziale, di tipo a quadrante (Magnehelic o simile), indicatore della perdita di carico del relativo filtro, provvisto di due indici (posti lungo la scala) per filtro pulito e filtro intasato.

Per ogni centrale trattamento aria l'Appaltatore dovrà fornire anche (compresa nel prezzo della centrale) una serie completa di filtri di scorta.

In generale, salvo specifiche indicazioni diverse contenute in altre parti del presente progetto, verranno usati i seguenti tipi di filtri (efficienze secondo UNI EN ISO 16890-1:2017; oppure UNI EN 1822-1:2010 (per i filtri EPA, HEPA, ULPA):

Filtri a tasche flosce: potranno in generale essere usati sia come prefiltri che come postfiltri. La perdita di carico iniziale non dovrà superare i 50 Pa. Il materiale sarà in microfibre di vetro rivestite da un velo esterno ad elevata resistenza, ad elementi di dimensioni frontali standardizzate con profondità di 300 o 600 mm circa, secondo quanto richiesto e/o necessario. Per quanto riguarda la capacità di accumulo, dovranno essere utilizzati tutti filtri in classe energetica A+ secondo Eurovent. Efficienze e capacità di accumulo dovranno essere documentate con i certificati di prova dei filtri. Il montaggio verticale avverrà su apposito telaio



in lamiera di acciaio zincato. Il filtro a tasche, quando usato come postfiltro, andrà montato, in linea di massima, subito a valle della sezione ventilante di mandata;

| Qualità dell'aria esterna | Aria di mandata: classi di efficienza minima raccomandate |                        |                       |            |            |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|------------|
|                           | SUP 1 (P)                                                 | SUP 2 (P)              | SUP 3 (P)             | SUP 4 (P)  | SUP 5 (P)  |
| ODA 1 (P)                 | ePM10 50%<br>ePM1 60%                                     | ePM1 50%               | ePM2,5 50%            | ePM10 50%  | ePM10 50%  |
| ODA 2 (P)                 | ePM2,5 50%<br>ePM1 60%                                    | ePM10 50%<br>ePM1 60%  | ePM1 50%              | ePM2,5 50% | ePM10 50%  |
| ODA 3 (P)                 | ePM2,5 50%<br>ePM1 80%                                    | ePM2,5 50%<br>ePM1 60% | ePM10 50%<br>ePM1 60% | ePM1 50%   | ePM2,5 50% |

#### 2.11.1.7 Sezioni con recuperatore di calore statico a piastre

La sezione comprenderà un recuperatore statico, realizzato (salvo esplicite prescrizioni diverse) in lamiera di alluminio, costituito da una serie di lamine parallele piegate in modo da realizzare dei canali di passaggio paralleli di altezza circa 7/8 mm, percorsi alternativamente dai due flussi d'aria.

Tutti i canali saranno a tenuta stagna, così da evitare ogni possibilità di travaso per le due correnti d'aria.

Gli spessori delle lamine saranno tali da poter sostenere senza deformazioni una differenza di pressioni di almeno 800 Pa (80 mm c.a.).

Il recuperatore sarà alloggiato entro la macchina con l'impiego di adatte guarnizioni di tenuta, che limitino il più possibile sia trafiletti fra i due flussi d'aria che da/verso l'esterno; lo scambiatore sarà affiancato da un dispositivo di by-pass con serranda/e servocomandata/e.

La sezione di contenimento dovrà avere dei pannelli smontabili per permettere la pulizia dello scambiatore; i pannelli saranno provvisti di guarnizioni a perfetta tenuta, e lo smontaggio dovrà poter avvenire in maniera semplice e rapida.

La sezione sarà inoltre provvista di scarico condensa con tubo sifonato e convogliato alla fognatura.

Il sistema dovrà essere dimensionato (salvo specifiche prescrizioni diverse) con velocità di attraversamento particolarmente basse, in modo che la perdita di carico non superi i 70/80 Pa (7/8 mm.c.a.) in alcuna delle due correnti d'aria.

L'efficienza sensibile del recuperatore, valutata secondo le prescrizioni del Regolamento UE 1253/2014 (portata di espulsione eguale a quella di immissione; differenza di temperatura 20 °C fra interno-esterno) dovrà essere non inferiore a 67% per le unità immesse nel mercato fino al 31 dicembre 2017; 73% per le unità immesse successivamente.

La sezione sarà posta in posizione tale che, salvo specifiche indicazioni diverse, la parte attraversata dall'aria esterna sia sempre in sovrappressione rispetto a quella attraversata dall'aria in espulsione, per evitare possibili inquinamenti della prima da parte della seconda.

Ove espressamente richiesto e/o prescritto, anche in relazione alle caratteristiche costruttive della macchina di trattamento aria in cui è inserito, il recuperatore sarà realizzato interamente in acciaio inox.

La sezione di ingresso dell'aria di ripresa-espulsione sul recuperatore sarà dotata di un filtro a tasche flosce con efficienza (certificata) ePM10 50%.

#### 2.11.1.8 Sezioni con recuperatore di calore rotante

La sezione comprenderà un recuperatore costante, costituito da un rotore composto da una serie di lamine metalliche (in materiale altamente resistente alla corrosione), opportunamente corrugate ed assiate in maniera tale da formare una serie di piccoli canali, disposti assialmente, attraverso i quali passa l'aria; le lamine saranno trattate con sostanza igroscopica in modo da ottenere anche il recupero del vapore d'acqua e del calore latente.

Il rotore sarà dotato di settore di pulizia (*purge sector*) tale da non permettere il passaggio dell'aria, contenuta negli interstizi del recuperatore, dall'espulsione al flusso di aria esterna.

Il rotore sarà contenuto in una struttura di supporto realizzata in profilati metallici, il tutto zincato o comunque protetto con vernici anticorrosione, collegato alla struttura della centrale.

L'asse di rotazione sarà supportato da cuscinetti permanentemente autolubrificanti.

Un motore elettrico provvederà alla rotazione dello scambiatore tramite cinghia ed ingranaggi.

Il rotore dovrà essere facilmente ispezionabile (di tipo estraibile) per consentire la manutenzione e la pulizia.

Le guarnizioni di tenuta dovranno essere realizzate con particolare accuratezza in modo da limitare al massimo fughe o travasi d'aria (da un flusso all'altro o verso l'esterno) anche con notevoli differenze di pressione tra i due canali.

L'efficienza sensibile e latente del recuperatore non sarà inferiore al 73%, valutata secondo le prescrizioni del Regolamento UE 1253/2014 (portata di espulsione eguale a quella di immissione; differenza di temperatura 20 °C fra interno – esterno); il sistema sarà dimensionato (salvo specifiche prescrizioni diverse) con velocità di attraversamento particolarmente basse, in modo che la perdita di carico non superi i 70/80 Pa in alcuna delle due correnti.

Salvo specifiche indicazioni diverse, il recuperatore dovrà essere dotato di sistema di regolazione del tipo a velocità variabile, tale cioè da modificare la velocità di rotazione dello scambiatore dal massimo fino a 0 giri/min.

La sezione con recuperatore sarà posta in posizione tale che, salvo specifiche indicazioni diverse, la parte attraversata dall'aria esterna sia sempre in sovrappressione rispetto a quella attraversata dall'aria in espulsione, per evitare possibili inquinamenti della prima da parte della seconda; inoltre, il posizionamento sarà tale che entrambe le correnti d'aria che attraversano il recuperatore siano state prefiltrate e che non vi siano "by-pass" d'aria rispetto al rotore.

La sezione di ingresso dell'aria di ripresa-espulsione sul recuperatore sarà dotata di un filtro a tasche flosce con efficienza (certificata) ePM10 50%.

#### 2.11.1.9 Sezioni ventilanti con ventilatori *plug – fan* (compresa centralina con variatore di giri)

Ove espressamente richiesto saranno utilizzati ventilatori del tipo "plug-fan", ovvero con motore direttamente accoppiato (azionato attraverso variatore di giri – inverter – compreso nel prezzo) e a semplice aspirazione senza coclea. Le giranti saranno pale rovesce, a semplice aspirazione, costruite in lamiera di acciaio stampata e saldata, verniciata con vernice epossidica; i boccali di aspirazione saranno pure in lamiera di acciaio stampata e verniciata come sopra detto. I motori elettrici saranno con classe di isolamento F, grado di protezione non inferiore ad IP54 e

classe di efficienza non inferiore a IE3; numero di poli pari a 2 oppure a 4, secondo la necessità e le prestazioni richieste al ventilatore. L'efficienza statica del gruppo di ventilazione, in corrispondenza del punto di lavoro nominale e valutata secondo il Regolamento UE 1253/2014 (comprensiva cioè di trasmissione, motore e dispositivo di variazione di velocità) dovrà essere non inferiore a 65% per le unità più piccole (DN 250) e 70% per quelle più grandi (DN 800), con interpolazione lineare per le grandezze intermedie. Le giranti saranno accuratamente bilanciate staticamente e dinamicamente; i bocchigli saranno predisposti con prese di pressione per il controllo della portata. Il blocco ventilante sarà fissato alla struttura della macchina in modo rapido, con una intelaiatura in acciaio verniciato c.p.d. Nel caso di sezioni ventilanti con doppio ventilatore, ciascuno sarà corredato di serranda alla mandata o all'aspirazione, a perfetta tenuta, a gravità o servocomandata, a seconda di quanto prescritto. I portelli delle sezioni ventilanti dovranno essere dotati degli appositi cartelli antinfortunistici, di microinterruttore che arresti il ventilatore in caso di apertura del portello e di rete di protezione antinfortunistica.

L'inverter dovrà consentire una frequenza in uscita fino a 60 Hz massimo e fino a circa 20 Hz minimo e le prestazioni richieste per il ventilatore dovranno essere rese con una frequenza in uscita dall'inverter non superiore a 50 Hz, così da avere un margine di almeno 10 Hz e, analogamente, un congruo corrispondente margine sulla potenza del motore e sulle prestazioni del ventilatore.

In ogni caso la sezione ventilante sarà corredata di centralina con display e con variatore di giri (inverter) con collegamenti anche alle prese di pressione del bocchiglio. La centralina dovrà:

- Consentire la lettura della portata istantanea;
- Consentire la variazione manuale della velocità di rotazione;
- Avere un ingresso analogico per la variazione della velocità di rotazione da segnale esterno;
- Consentire la lettura della velocità di rotazione istantanea e degli altri parametri funzionali principali.

Si richiama l'attenzione, ribadendone l'importanza, su quanto prescritto in precedenza riguardo alle caratteristiche acustiche dei ventilatori e delle relative verifiche a carico dell'Appaltatore.

#### 2.11.1.10 Sezioni di attenuazione acustica

Saranno del tipo a coulisses, della lunghezza di circa 1000 mm e dello spessore di circa 80 mm, spaziate fra loro di circa 80 mm (spaziatura eguale allo spessore). Le coulisses saranno realizzate in materiale fonoassorbente (lana di vetro a fibra lunga certificata come "non cancerogena" ai sensi della legislazione vigente, protetta con film plastico trasparente *clean-flow*, in pannelli di densità non inferiore a 80 kg/mc), rivestito in lamiera forata dello stesso metallo di cui è costituita la centrale di trattamento), con fori di diametro di circa 4 mm e percentuale di foratura del 30% circa. I bordi d'entrata e d'uscita delle coulisses saranno arrotondati. Nel caso la sezione attenuatrice sia posta dopo la mandata di una sezione ventilante, dovrà essere interposta una sezione aggiuntiva, contenente alla bocca di mandata del ventilatore un diffusore tronco-piramidale raccordato che consenta un buon recupero di pressione dinamica ed una buona distribuzione del flusso d'aria su tutto il fronte della sezione attenuatrice.



#### 2.11.1.11 Accessori di corredo standard

Nel prezzo contrattuale della centrale di trattamento aria, oltre la completa posa in opera della macchina inclusi tutti i collegamenti aeraulici, idraulici ed elettrici, sarà compreso tutto quanto esposto nelle generalità e per ogni singolo tipo di sezione costituente la centrale, saranno compresi in particolare nel loro prezzo:

- giunti antivibranti ad ogni raccordo con canale, come già descritto;
- termometri a quadrante per acqua e per aria, come già descritto;
- manometri a quadrante (per acqua) con raccordi e rubinetti di fermo come già descritto;
- una muta completa di filtri di scorta, come già descritto;
- materiali di supporto, sostegno, ed ancoraggio (compresi supporti antivibranti).

#### 2.11.1.12 Impianto elettrico interno della centrale

La centrale di trattamento aria (CTA) sarà fornita corredata di proprio impianto elettrico, possibilmente eseguito all'origine dal costruttore e costituito sostanzialmente da:

- Interruttore - sezionatore per ciascuna utenza elettrica della macchina (ventilatore, ecc.), collocato all'esterno della centrale, in vicinanza dell'utenza, con chiara targa di indicazione dell'utenza;
- Collegamenti elettrici (cavi e cavidotti) da ciascun interruttore – sezionatore di cui sopra fino alla rispettiva utenza (ventilatore, ecc.). Tutti i collegamenti dei cavi elettrici dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso;
- Collegamenti equipotenziali di tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dalla CTA, attestati singolarmente su di una sbarra di terra in rame, completa di fori filettati. Tutte le parti metalliche ove siano installate apparecchiature elettriche dovranno essere collegate a terra mediante collegamento equipotenziale. I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione  $\geq 16 \text{ mm}^2$ . Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capocorda a compressione di tipo ad occhiello.

L'impianto elettrico sarà comunque eseguito secondo le norme CEI, le buone regole dell'arte e nel rispetto di quanto riportato nell'apposito capitolo del presente elaborato riguardante gli impianti elettrici a servizio dei termomeccanici.

#### 2.11.1.13 Esecuzione con impianto elettrico e di regolazione forniti completi, all'origine, a bordo macchina

Ove espressamente richiesto in altri capitoli di Elaborato e/o in altri elaborati di progetto, la centrale sarà in esecuzione con impianto anche di regolazione automatica oltre che elettrico, realizzato all'origine a bordo macchina, direttamente dal costruttore. Per impianto elettrico e di regolazione fornito all'origine a bordo macchina, si intende quadro elettrico di potenza - comando – controllo e regolazione, apparecchiature di regolazione (servocomandi, valvole servocomandate, sonde, trasmettitori, inverter – ove previsto – ecc.), cablaggi sia di potenza

che di segnali e di regolazione. Il quadro conterrà tutti gli apparecchi di comando, protezione e sicurezza di ciascuna utenza elettrica (ventilatore, ecc.) della macchina, oltre alle apparecchiature di regolazione. Il grado di protezione del quadro, salvo esplicite prescrizioni diverse, non sarà inferiore ad IP44 e le apparecchiature elettroniche di regolazione saranno contenute in una sezione separata del quadro, così come separati saranno cavidotti e linee relative. Per questo tipo di macchine, dotate anche all'origine di quadro elettrico ed impianti elettrici e di regolazione di bordo, non sono richiesti gli interruttori-sezionatori locali esterni per le singole utenze elettriche, essendo sufficienti gli interruttori presenti sul quadro di bordo. Marca e modello delle apparecchiature di regolazione automatica dovranno essere approvate dalla DL e saranno comunque le stesse previste per il resto dell'impiantistica e ciò per motivi ovvii di omogeneità; la logica della regolazione sarà quella richiesta in altre parti del progetto e comunque adatta a garantire un corretto funzionamento del sistema. Il prezzo di tutto il complesso elettrico e di regolazione si intende compreso nel prezzo contrattuale della macchina.

### 2.11.2 Modalità di posa in opera

#### 2.11.2.1 Generalità

Molte delle modalità di posa in opera sono già contenute nelle descrizioni precedenti dei vari componenti. Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera richiedenti particolari avvertenze o accorgimenti.

Tutte le sezioni delle centrali di trattamento dell'aria componibili saranno dotate di piedi di appoggio (costruiti nello stesso materiale della struttura); in alternativa potranno essere usati dei longheroni di base in acciaio zincato, sui quali siano fissate tutte le sezioni. In ogni caso i piedini o i longheroni dovranno avere un'altezza di almeno 20 cm e comunque tale che i sifoni di scarico abbiano un battente d'acqua adeguato; sotto i piedini o i longheroni verranno posti dei tappi o strisce in neoprene spesse almeno 30 mm con funzione antivibrante. Il sistema di appoggio della centrale alle strutture dell'edificio dovrà tener conto anche delle sollecitazioni sismiche, con riscontri laterali realizzati in modo tale da impedirne sia il ribaltamento che gli spostamenti orizzontali in qualsiasi direzione, sotto l'azione del sisma.

Tutte le batterie di scambio termico dovranno essere facilmente sfilabili, montate su rotaie (per operazioni di manutenzione e/o riparazioni), dalle sezioni entro le quali sono contenute: a tal fine i collegamenti fra le tubazioni del fluido di alimentazione e gli attacchi delle batterie dovranno essere realizzati con interposizione di tronchi flangiati o di flessibili corazzati (compresi nel prezzo contrattuale), così che le tubazioni stesse non impediscano lo smontaggio delle batterie; le tubazioni non dovranno neppure impedire l'apertura di portine o la visione attraverso gli oblò o l'accesso a parti della macchina e non dovranno gravare con il loro peso sulla centrale.

Inoltre, dovranno essere lasciati i necessari spazi liberi laterali attorno alla centrale di trattamento dell'aria per l'estrazione delle batterie e per l'ispezione, la manutenzione e lo smontaggio di filtri, ventilatori, motori e così via. Anche sui lati ove non vi sia necessità di accesso e/o estrazione batterie, filtri, ecc., dovrà essere lasciato uno spazio (corridoio) di almeno 50 cm.

Dalla vasca di raccolta della condensa delle batterie di raffreddamento - deumidificazione dovrà essere realizzato lo scarico sifonato (per impedire passaggi d'aria) ed il sifone dovrà essere provvisto di tappo d'ispezione.

Qualora la Centrale di trattamento aria sia dotata di bacino di umidificazione ad acqua, la condensa della batteria potrà essere convogliata nel bacino dell'umidificazione stessa. In ogni caso la vasca di raccolta condensa della batteria sarà inclinata verso lo scarico, per evitare ristagno d'acqua.

#### 2.11.2.2 Protezione e pulizia delle macchine

Tutte le macchine o parti di esse durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protette con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamento, ingresso di polvere o danni dovuti agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione lavori non accetterà macchine o parti di esse insudiciate e/o danneggiate per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quelle macchine o parti di esse che risultassero danneggiate, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarle, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchiatura (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.11.3 **Prove, controlli, certificazioni**

Come esposto in precedenza, la classe di trafilamento, la classe di tenuta termica, del ponte termico e del by-pass filtri dovranno essere documentate da specifica dichiarazione del costruttore controfirmata dall'Appaltatore (installatore). Nel caso di macchine assemblate in cantiere, le prove di trafilamento per la verifica della classe B e quella di by-pass sul filtro dovranno essere eseguite (secondo le norme) dall'Appaltatore, possibilmente con l'intervento del costruttore, senza alcun onere per la Committente, dopo l'assemblaggio finale: la certificazione relativa, rilasciata dall'Appaltatore o, in caso di intervento del costruttore, dal costruttore stesso e controfirmata dall'Appaltatore (installatore) e dovrà fare esplicito riferimento alle prove eseguite dopo l'assemblaggio finale in cantiere.

Ogni macchina, conformemente alle normative vigenti ed in particolare alla "Direttiva Macchine" Comunitaria, sarà dotata di certificazione CE, redatta e rilasciata da:

Costruttore:

- nel caso la macchina giunga in cantiere completa ed assemblata, corredata di tutta la parte elettrica e di regolazione automatica, completamente cablata;
- nel caso la macchina, pur se giunta in cantiere disassemblata, venga ivi assemblata e completata con tutta la parte elettrica e di regolazione cablata, il tutto a cura del costruttore;

Appaltatore (installatore):

- nel caso la macchina venga assemblata in cantiere a cura dell'installatore e/o la parte elettrica e di regolazione automatica (compresi cablaggi) venga ivi eseguita

sempre a cura dell'installatore: in questi casi l'unità è considerata "quasi macchina" e il costruttore dovrà fornire solo l'allegato 11-B.

Per ciascuna centrale di trattamento dovrà essere fornita dal costruttore/importatore e controfirmata dall'Appaltatore (installatore) la documentazione informativa prescritta dal Regolamento UE 1253/2014, contenente tutti i dati e le prestazioni ivi richieste, nonché il manuale d'uso e manutenzione.

In assenza di certificazione Eurovent o simile, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'Appaltatore, che non può opporre rifiuto, di far testare e certificare tutte le prestazioni di una o più macchine presso Eurovent o presso altro laboratorio autorizzato: se le prestazioni risulteranno conformi alle specifiche tecniche richieste in progetto e dalla normativa, l'onere per l'esecuzione delle prove sarà a carico della Committente; lo stesso dicasi in caso di lievi difformità, tali da non richiedere la ripetizione dei test, ma alle quali l'Appaltatore è tenuto comunque a porre rimedio con la massima rapidità. Invece, nel caso di significative difformità in difetto, l'onere per le prove di cui sopra sarà a totale carico dell'Appaltatore, che dovrà in ogni caso provvedere con la massima rapidità a porre rimedio alle difformità, facendo anche eseguire a propria cura e spese una nuova serie di test con relativa certificazione finale che attesti la raggiunta conformità alle specifiche tecniche richieste.

Oltre a ciò, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire in fabbrica o in cantiere, a sua scelta, verifiche da parte dell'Appaltatore (che dovrà procurare tutta la strumentazione necessaria e che potrà avvalersi della collaborazione del costruttore) della classe di trafilamento, della classe di by-pass dei filtri e delle prestazioni dei ventilatori di una o più macchine, a insindacabile giudizio della DL stessa. Nulla sarà dovuto all'installatore per l'esecuzione di tali verifiche, che devono essere considerate onere contrattuale.

Per tutte le apparecchiature che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

## **2.12 Apparecchiature di ventilazione e trattamento dell'aria**

### **2.12.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.12.1.1 Generalità**

Il presente capitolo riguarda le apparecchiature di ventilazione e trattamento dell'aria diverse dalle Centrali di Trattamento Aria componibili (per queste ultime, ove presenti, si rimanda all'apposito capitolo dedicato del presente elaborato).

Le apparecchiature di ventilazione e trattamento dell'aria saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo preveda, e corredate delle relative certificazioni e dichiarazioni, ai sensi della "Direttiva macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento; inoltre le unità dovranno rispondere anche alla Direttiva "ErP" (2009/125/CE) e relative disposizioni legislative di recepimento e al Regolamento UE 1253/2014 sulle unità di ventilazione, con particolare riferimento ai requisiti relativi al 1° gennaio 2016 e successivamente, al 1° gennaio 2018.



- essere adatte ad operare nel tipo di ambiente e nelle condizioni di pressione e temperatura previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI, per le parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza e in particolare il D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc...

Le unità di ventilazione con portata massima inferiore a 250 m<sup>3</sup>/h o comunque classificate come residenziali (UVR) saranno dotate di etichettatura energetica in classe A+ conformemente alla Direttiva Ecolabelling (2010/30/UE) e relative disposizioni legislative di recepimento e al Regolamento UE 1254/2014.

In ogni caso la rispondenza delle unità alle citate normative e le prestazioni delle unità stesse (di tutti i relativi componenti) dovranno risultare da apposita documentazione tecnica del costruttore, controfirmata dall'Appaltatore (Installatore), così da poterne verificare la rispondenza alle specifiche di progetto e normative.

Nelle descrizioni che seguono non sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/macchinari non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- efficienza energetica;
- silenziosità di funzionamento;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

In ogni caso, a parità di altre condizioni, sarà data preferenza ad apparecchiature con prestazioni certificate (Eurovent o altro Organismo riconosciuto).

#### 2.12.1.2 Caratteristiche tecniche per ventilatori e simili

I ventilatori dovranno essere selezionati in modo che il punto di funzionamento sia prossimo al punto di massimo rendimento, sulla curva caratteristica per le potenze fino a 3 ÷ 4 kW; sarà data preferenza a motori *Brushless* BLDC o similari e comunque con classe di efficienza energetica non inferiore a IE3 e con variatore lineare di giri. Dovrà essere garantita la massima silenziosità. A tale riguardo, particolare attenzione dovrà essere posta, nella selezione dei ventilatori, alle loro caratteristiche acustiche (potenza sonora e relativo spettro di frequenza). Esse dovranno essere tali da consentire il rispetto dei requisiti acustici richiesti/prescritti per i vari ambienti, tenuto conto delle eventuali attenuazioni di (ove previsti) silenziatori, reti aerauliche, ecc. La verifica del soddisfacimento di tale condizione è a carico dell'Appaltatore, anche sotto il profilo della rispettiva responsabilità. Tale verifica, su semplice richiesta della D.L., dovrà essere esibita alla D.L. medesima, rimanendo comunque l'Appaltatore unico responsabile al riguardo. Sono naturalmente a totale carico dell'Appaltatore, senza alcun onere per la Committenza, tutti gli eventuali interventi e/o adempimenti che si rendono necessari per il soddisfacimento di cui si tratta. Tali interventi/adempimenti non dovranno comportare alcun aumento dei consumi energetici del sistema aeraulico.

## 2.12.2 Modalità di posa in opera

### 2.12.2.1 Generalità

Alcune delle modalità di posa in opera sono già contenute nelle descrizioni precedenti dei vari componenti. Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera richiedenti particolari avvertenze o accorgimenti.

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati in modo da poter essere accessibili e mantenibili con facilità, con tutti gli spazi di rispetto necessari e/o indicati in progetto o dal costruttore.

In linea generale tutti gli apparecchi, salvo quelli leggeri ed installabili direttamente "in linea" su condotte d'aria, dovranno essere fissati alle strutture edili (con l'interposizione di supporti antivibranti, qualora contengano componenti in movimento o che comunque possano trasmettere vibrazioni) con sistemi che siano in grado di resistere alle sollecitazioni sismiche.

In tutti gli apparecchi con attacchi idronici collegati a tubazioni, i collegamenti dovranno essere eseguiti in modo tale da poter essere facilmente smontati e in modo che le tubazioni non ostacolino l'accessibilità e la manutenzione; inoltre, essi non dovranno gravare con il loro peso sull'apparecchio.

I collegamenti con condotte dell'aria, qualora le flange dell'apparecchio siano diverse dalle dimensioni della condotta, dovranno essere eseguiti con tratti di canali di raccordo, con angolo di conicità non superiore a 15°, ben sagomati.

Negli apparecchi dotati di scarico di condensa a gravità, lo scarico dovrà avvenire attraverso sifone con tappo di ispezione e con battente d'acqua adeguato.

### 2.12.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi o loro parti durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

## 2.12.3 Prove, controlli, certificazioni

Gli apparecchi, per i quali la legislazione vigente e in particolare la "Direttiva Macchine Comunitaria" lo richiede, dovranno essere dotati di marchio CE e relative certificazioni e dichiarazioni, da parte di:

Costruttore:

- nel caso l'apparecchio non richieda interventi di sorta in cantiere o giunga in cantiere completo ed assemblato, corredato di tutta la parte elettrica, completamente cablata;

- nel caso l'apparecchio, pur se giunto in cantiere disassemblato, venga ivi assemblato e completato con tutta la parte elettrica, il tutto a cura del costruttore;

Appaltatore (installatore):

- nel caso l'apparecchio giunga (per qualsiasi motivo) in cantiere disassemblato e venga assemblato in cantiere a cura dell'installatore e/o la parte elettrica (compresi cablaggi) venga ivi eseguita sempre a cura dell'installatore: in tal caso l'unità è considerata "quasi macchina" e il costruttore dovrà fornire solo l'allegato 11-B.

Le prestazioni degli apparecchi o componenti, come già scritto in precedenza, dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente, le certificazioni di Eurovent o di altro Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

Per ciascuna unità di trattamento dovrà essere fornita dal costruttore/importatore e controfirmata dall'Appaltatore (installatore) la documentazione informativa prescritta dal Regolamento UE 1253/2014, contenente tutti i dati e le prestazioni ivi richieste, nonché il manuale d'uso e manutenzione.

In assenza di certificazioni Eurovent o simile, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'Appaltatore, che non può opporre rifiuto, di far testare e certificare tutte le prestazioni di uno o più apparecchi presso Eurovent o presso altro laboratorio autorizzato: se le prestazioni risulteranno conformi alle specifiche tecniche richieste, l'onere per l'esecuzione delle prove sarà a carico della Committente; lo stesso dicasi in caso di lievi difformità, tali da non richiedere la ripetizione dei test, ma alle quali l'Appaltatore è tenuto comunque a porre rimedio con la massima rapidità. Invece, nel caso di significative difformità in difetto, l'onere per le prove di cui sopra sarà a totale carico dell'Appaltatore, che dovrà in ogni caso provvedere con la massima rapidità a porre rimedio alle difformità, facendo anche eseguire a propria cura e spese una nuova serie di test con relativa certificazione finale che attesti la raggiunta conformità alle specifiche tecniche richieste.

Oltre a ciò, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'Appaltatore che uno o più apparecchi vengano collaudate in fabbrica in modo conforme alle normative già citate, alla presenza della stessa Direzione Lavori. Il rapporto del collaudo sarà poi consegnato alla Direzione Lavori.

Nulla sarà dovuto all'installatore per l'esecuzione di tali verifiche, che devono essere considerate onere contrattuale.

Infine, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

Per tutte le apparecchiature che debbano essere corredate di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".





## 2.13 Apparecchi di scambio termico (scambiatori di calore) e simili

### 2.13.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutti gli apparecchi di scambio termico e simili saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate delle relative certificazioni e dichiarazioni; il tutto ai sensi delle Direttive (ove applicabili) "Macchine" (2006/42/CE) e "PED" (2014/68/UE) con le relative legislazioni di recepimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttive "PED" e "Macchine", ove applicabili, con le relative legislazioni di recepimento; Direttive "Bassa tensione" (2006/95/CE) e Compatibilità elettromagnetica (2004/108/CE), ove applicabili, con le relative legislazioni di recepimento; D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc...

In particolare, gli apparecchi destinati ad acqua per consumo umano dovranno rispondere alle relative disposizioni di legge, quindi il D.M. 21/03/1973 ed il D.P.R. 777/82, con i successivi aggiornamenti e modifiche, il D.Lgs. 108/92, ecc...

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta degli apparecchi dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per: efficienza energetica, nel senso di dimensionamento ampio (che assicuri elevate superfici di scambio e basse perdite di carico) e, ove necessario, di buon isolamento termico; silenziosità di funzionamento, per quegli apparecchi che potessero generare rumore;

Le principali norme di prodotto applicabili sono la UNI EN 247:2001 per la terminologia, la UNI EN 305:1999 per i metodi di prova, la UNI EN 306:2001 per i metodi di misurazione dei parametri, la UNI EN 307:2000 per l'installazione, la UNI EN 308:2022 per i recuperatori di calore.

Ogni apparecchio dovrà essere dotato di una targa metallica con riportati in modo chiaro ed indelebile (non è ammesso l'uso di pennarelli) il nome del costruttore, l'anno di fabbricazione e tutte le caratteristiche principali dei fluidi (portata, temperatura, potenza o simili).

In relazione a quanto previsto negli elaborati di progetto, saranno usati i tipi di apparecchi di seguito elencati:

### 2.13.2 Modalità di posa in opera

#### 2.13.2.1 Generalità

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la manutenzione ordinaria e straordinaria. Gli

apparecchi dovranno essere fissati alle strutture edili di sostegno in maniera stabile (non semplicemente appoggiati), in modo da resistere anche alle sollecitazioni sismiche, senza subire ribaltamenti o spostamenti orizzontali in qualsiasi direzione sotto l'azione del sisma.

Per molte delle apparecchiature descritte in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

Le tubazioni collegate agli apparecchi non dovranno gravare con il loro peso sugli apparecchi stessi e/o sui loro attacchi flangiate o filettati; i collegamenti dovranno essere eseguiti in modo tale da poter essere facilmente smontati per la manutenzione dei vari componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio dell'apparecchio e/o di parti di esso.

Qualora i diametri degli attacchi idronici sull'apparecchio siano diversi da quelli delle tubazioni in arrivo – partenza, saranno interposti dei tratti di tubazioni tronco-conici con angolo di conicità non superiore a 15° (filettati o flangiate), di raccordo fra attacchi e tubazioni o valvolame.

#### 2.13.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi o loro parti durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale e/o con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.13.3 **Prove, controlli e certificazioni**

Ogni apparecchio, ove prescritto dalla legislazione vigente, sarà dotato di marcatura CE, con le relative dichiarazioni e certificazioni redatte e rilasciate dal costruttore.

Le prestazioni degli apparecchi dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente con certificazioni di un laboratorio o Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti.

Oltre a ciò, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'Appaltatore che uno o più apparecchi particolarmente importanti vengano collaudati in fabbrica in modo conforme alle normative già citate, alla presenza della stessa Direzione Lavori. Il rapporto del collaudo sarà poi consegnato alla Direzione Lavori.

Nulla sarà dovuto all'installatore per l'esecuzione di tali verifiche, che devono essere considerate onere contrattuale.

Infine, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "*as built*".

## **2.14 Unità terminali e corpi scaldanti/raffreddanti**

### **2.14.1 Caratteristiche tecniche generali**

Tutti gli apparecchi saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno: essere dotati di marcatura CE, corredati delle relative certificazioni e dichiarazioni; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e/o del "Regolamento 305/2011/UE", per quanto applicabili, e delle rispettive disposizioni legislative di recepimento; essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;

- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici e di sicurezza (Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, D.Lgs. 81/2008, ecc.);
- essere dotati, ove fisicamente possibile, di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove possibile le principali caratteristiche tecniche e i dati prestazionali.

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche;
- silenziosità di funzionamento per gli apparecchi con parti e/o meccanismi in movimento;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità.

## 2.14.2 Modalità di posa in opera

### 2.14.2.1 Generalità

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la corretta funzionalità e la comodità di utilizzo dell'apparecchio, la sua accessibilità per manutenzione ordinaria e straordinaria; in ogni caso osservando tutte le prescrizioni della normativa vigente e le buone regole dell'arte.

Per alcuni apparecchi descritti in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

### 2.14.2.2 Modalità di posa in opera per unità terminali scaldanti/raffreddanti a vista

Tutti gli apparecchi dovranno essere sostenuti e fissati alle strutture edili in maniera stabile e sicura, in modo tale da resistere anche alle sollecitazioni sismiche (come precisato nell'apposito capitolo), senza subire ribaltamenti o spostamenti orizzontali in qualsiasi direzione sotto l'azione del sisma. A tal proposito dovranno essere utilizzati supporti e/o fissaggi e/o ancoraggi forniti possibilmente dalla casa costruttrice dell'apparecchio.

I componenti montati a soffitto non dovranno gravare con il loro peso su controsoffitti e simili, ma dovranno essere supportati in modo indipendente, fissati a strutture edili rigide per mezzo di accessori metallici (profilati, barre filettate o simili).

Le unità montate in vista a parete dovranno essere posizionate in modo coordinato ed armonizzato con la eventuale modularità della parete, centrate in modo appropriato e tale da non creare intralcio all'arredo, ove ne sia nota o facilmente intuibile la disposizione e la tipologia. Quelle montate a vista a soffitto o controsoffitto dovranno essere posizionate in modo coordinato ed armonizzato oltre con gli altri componenti a soffitto (quali corpi illuminanti e così via) ed anche con l'orditura del controsoffitto, e quindi centrate in modo appropriato, anche rispetto agli elementi del controsoffitto stesso.

Pertanto, il loro posizionamento preciso deve essere concordato con la DL e sottoposto alla sua approvazione, tenendo naturalmente sul debito conto, oltre ai fattori estetici, anche le esigenze tecniche di un corretto funzionamento, di una corretta distribuzione del calore e di un agevole accesso per manutenzione.

Il posizionamento degli apparecchi, le modalità di collegamento alle tubazioni di alimentazione, i sistemi di supporto ed ancoraggio e di fissaggio alle parti edili, dovranno consentirne l'eventuale smontaggio ed il rimontaggio con relativa semplicità, senza alcun danno (salvo l'eventuale sostituzione del materiale di tenuta/guarnizione) né per i componenti impiantistici, né per le parti edili.

Le tubazioni collegate agli apparecchi non dovranno gravare con il loro peso sugli apparecchi stessi e/o sui loro attacchi; i collegamenti dovranno essere eseguiti in modo tale da poter essere anche facilmente smontati per la manutenzione e se necessario per eventuale riparazione degli apparecchi e loro componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio dell'apparecchiatura e/o di parti di essa.



#### 2.14.2.3 Modalità di posa in opera per corpi scaldanti/raffreddanti non a vista

Tutti gli apparecchi dovranno essere sostenuti e fissati alle strutture edili in maniera stabile e sicura, in modo tale da resistere anche alle sollecitazioni sismiche (come precisato nell'apposito capitolo), senza subire ribaltamenti o spostamenti orizzontali in qualsiasi direzione sotto l'azione del sisma. A tal proposito dovranno essere utilizzati supporti e/o fissaggi e/o ancoraggi forniti possibilmente dalla casa costruttrice dell'apparecchio.

I componenti montati a soffitto non dovranno gravare con il loro peso su controsoffitti e simili, ma dovranno essere supportati in modo indipendente, fissati a strutture edili rigide per mezzo di accessori metallici (profilati, barre filettate o simili).

Le unità montate a parete (da mascherare) o in controparete dovranno essere posizionate in modo coordinato con la eventuale modularità della parete, centrate in modo appropriato e tale da non creare intralcio all'arredo, ove ne sia nota o facilmente intuibile la disposizione e la tipologia.

Quelle montate in controsoffitto dovranno essere posizionate in modo coordinato con gli altri impianti e componenti a soffitto (quali tubazioni, canalizzazioni, cavi, corpi illuminanti e così via) ed anche con l'orditura del controsoffitto, e quindi centrate in modo appropriato, anche rispetto agli elementi del controsoffitto stesso.

Pertanto, il loro posizionamento preciso deve essere concordato con la DL e sottoposto alla sua approvazione, tenendo naturalmente sul debito conto, oltre ai fattori estetici, anche le esigenze tecniche di un corretto funzionamento, di una corretta distribuzione del calore e di un agevole accesso per manutenzione.

Il posizionamento degli apparecchi, le modalità di collegamento alle tubazioni di alimentazione, i sistemi di supporto ed ancoraggio e di fissaggio alle parti edili, dovranno consentirne l'eventuale smontaggio ed il rimontaggio con relativa semplicità, senza alcun danno (salvo l'eventuale sostituzione del materiale di tenuta/guarnizione) né per i componenti impiantistici, né per le parti edili: a tal fine gli elementi edili (o di arredo) di mascheramento degli apparecchi dovranno avere parti opportunamente smontabili per consentire l'accesso agli apparecchi.

Le tubazioni collegate agli apparecchi non dovranno gravare con il loro peso sulle apparecchi stessi e/o sui loro attacchi; i collegamenti dovranno essere eseguiti in modo tale da poter essere anche facilmente smontati per la manutenzione e se necessario per eventuale riparazione degli apparecchi e loro componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio dell'apparecchiatura e/o di parti di essa.

#### 2.14.2.4 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a

cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).

### 2.14.3 Prove, controlli e certificazioni

Tutti gli apparecchi dovranno generalmente (ove fisicamente possibile) portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine, sulla superficie esterna o su una targa metallica ben fissata, il nome del produttore (marca), i dati tecnici e prestazionali e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc., di riferimento. Tutti gli apparecchi dovranno essere dotati di marcatura CE e corredati delle relative dichiarazioni e certificazioni redatte e rilasciate dal costruttore.

Per tutti gli apparecchi mancanti della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni di tipi di apparecchi (con la relativa certificazione CE) che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo all'Appaltatore, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare quegli apparecchi, pur se già installati, che non risultino conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

La DL si riserva la facoltà di non accettare apparecchi di costruzione extra Europea/USA, cioè di non accettare apparecchi di costruzione asiatica o simile.

## 2.16 Apparecchiature per la produzione di freddo e simili

### 2.16.1 Caratteristiche tecniche generali

#### 2.16.1.1 Generalità

Tutte le apparecchiature per la produzione del freddo o simili, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotate di marcatura CE e corredate delle relative certificazioni e dichiarazioni; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e della rispettiva disposizione legislativa di recepimento;
- essere progettate e costruite in conformità alle Direttive ErP (2009/25/CE) ed Ecolabelling (2010/30/UE) e relative disposizioni legislative di recepimento; per le unità in versione pompa di calore con Pt nominale  $\leq 400$  kW, in conformità ai Regolamenti UE/811/2013 e UE/813/2013 e con etichettatura energetica in classe non inferiore ad A<sup>++</sup>;
- essere adatte ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva PED 2014/68/UE, Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva ErP-Ecodesign (2009/125/CE) ed Ecolabelling (2010/30/UE) e dei rispettivi regolamenti UE, in particolare il Reg. 2016/2281/UE, D.Lgs. 81/2008; norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.); ecc.);
- essere corredate di targa metallica, con stampigliati in maniera chiara ed indelebile il nome del costruttore, l'anno di costruzione e tutte le sue caratteristiche principali (ad esempio per le macchine frigorifere: potenza, fluido frigorigeno, kg di carica, ecc.).

Nel presente Elaborato non sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra e/o di quanto riportato nelle caratteristiche tecniche dettagliate nell'Elenco Prezzi Unitari/Elenco Descrittivo delle Voci, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/macchinari non rispondenti saranno rifiutati. In ogni caso le centrali frigorifere dovranno rispettare anche il Regolamento Europeo 517/2014 sugli F-gas e sul relativo regolamento di esecuzione.

La scelta delle macchine sarà effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- per i refrigeratori a compressione: certificazione Eurovent per potenze  $>100$  kW, con elevata efficienza energetica sia a carico massimo nelle condizioni nominali di prova secondo UNI EN 14511:2022 (EER = *Energy Efficiency Ratio* in refrigerazione; COP = *coefficient Of Performance*) che stagionale (in refrigerazione ESEER = *European Seasonal Energy Efficiency Ratio* secondo Eurovent, con fattori di pesatura 3% a carico 100%, 33% a carico 75%, 41% a carico 50%, 23% a carico 25%);

- per le macchine in versione pompa di calore con Pt nominale  $\leq 400$  kW: classe di efficienza energetica non inferiore a A\*\*;
- silenziosità di funzionamento;
- per i refrigeratori a compressione condensati ad aria: fluido frigorigeno R1234-ze o analogo;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto di installazione o in prossimità.

In ogni caso le macchine frigorifere dovranno fornire le prestazioni richieste con un fattore di sporcamento per incrostazioni negli scambiatori acqua-refrigerante pari a  $0,04 \div 0,05 \text{ K} \cdot \text{m}^2 / \text{kW}$ . Inoltre, salvo specifiche indicazioni diverse, non saranno accettate macchine a compressione con classe di efficienza energetica inferiore a "B" secondo Eurovent. Si precisa che le condizioni nominali di prova (a carico 100%) valutate in conformità alla UNI EN 14511:2022 potranno non coincidere (ed in genere non coincideranno) con quelle reali di esercizio di progetto: le potenze frigorifere (e termiche per le pompe di calore) richieste in progetto dovranno essere rese alle condizioni reali di esercizio di progetto.

Per quanto riguarda la silenziosità, i gruppi refrigeratori con compressori scroll o a vite saranno in generale tutti in versione insonorizzata ("low noise"), salvo che non sia espressamente richiesta la versione "Extra Low Noise".

I fluidi frigorigeni delle macchine a compressione saranno esclusivamente HFC: R134a o R410A per macchine centrifughe o a vite, R410A per altri tipi di macchine, essendo comunque ammesso in questo ultimo caso (salvo specifiche indicazioni diverse) anche R407C. saranno comunque preferite, a parità di altre condizioni, macchine con refrigerante R1234-ze o analogo. Gli scambiatori di calore saranno ampiamente dimensionati, sia per favorire l'efficienza energetica del ciclo frigorifero, che per avere basse perdite di carico lato acqua.

Salvo indicazioni diverse più restrittive, contenute nelle specifiche tecniche relative ai singoli macchinari a compressione riportate nel seguito, sono ammesse valvole di espansione termostatiche meccaniche a bulbo (equalizzate) solo fino a potenze frigorifere nominali di 100 kW; oltre, esclusivamente valvole di espansione elettroniche.

## 2.16.2 Fluidi frigorigeni e caratteristiche tecniche specifiche dei componenti di progetto

Nel rispetto di tutto quanto esposto in precedenza, per montaggio all'esterno saranno ammessi (salvo esplicite indicazioni progettuali diverse) refrigeranti in classe di sicurezza (secondo ASHRAE Standard 34/2019 o ISO 817/2014) sia A1 che A2L. Per installazione all'interno sarà accettata (salvo esplicite indicazioni progettuali diverse) la sola classe A1, almeno in assenza di normativa o legislazione che ammetta esplicitamente unità con classe A2L o "peggiorativa" sotto il profilo della sicurezza in generale.

È comunque data facoltà all'Appaltatore di proporre, per installazione all'interno, unità con refrigerante in classe A2L (o peggiorativa) a condizione che questi, a propria cura e spese, sotto la propria unica responsabilità e senza alcun aggravio o danno per la Committenza, contatti l'Autorità preposta (VV.F. o Ente analogo) ottenendone l'accettazione ufficiale scritta; l'ottemperanza alle eventuali prescrizioni poste dall'Autorità è a totale carico dell'Appaltatore, senza nessun aggravio di alcun tipo per la Committenza.

I refrigeranti costituiti da miscele di più fluidi di base dovranno essere azeotropici o quasi azeotropici, con un glide all'evaporatore dell'ordine di  $1^\circ \text{C}$ . Per tutti i refrigeranti il fattore ODP



dovrà essere zero, mentre il fattore GWP dovrà essere il più basso possibile e comunque ben inferiore al valore di 2500 per quelli in classe A1 e 750 per quelli in classe A2L o peggiorativa. Per le caratteristiche tecniche dettagliate si rimanda all'Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci, codici T31

### 2.16.3 Modalità di posa in opera

Alcune delle modalità di posa in opera sono già descritte nell'Elenco Prezzi di Appalto dei vari componenti. Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera richiedenti particolari avvertenze o accorgimenti.

#### 2.16.3.1 Generalità

Tutte le macchine dovranno essere installate osservando tutte le indicazioni di progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la manutenzione ordinaria e straordinaria.

I macchinari quali gruppi refrigeratori, unità motocondensanti e simili dovranno essere dotati di: supporti antivibranti adeguatamente dimensionati in relazione al carico, al tipo di macchina ed alle caratteristiche elastiche della struttura edilizia di sostegno, a molla o a blocco di neoprene, fissati sia al gruppo che alle strutture edili. I supporti dovranno anche tener conto delle sollecitazioni sismiche, con riscontri laterali che ne impediscano sia il ribaltamento che gli spostamenti laterali in ogni direzione sotto l'effetto del sisma;

giunti antivibranti in neoprene o gomma sulle tubazioni di ingresso e uscita dell'acqua dalla macchina;

termometri a quadrante a gas inerte, in acciaio inox, con classe di precisione 1, posti su ciascuna tubazione in entrata - uscita dell'acqua dalla macchina;

un manometro per misura doppia completo di collegamenti e di rubinetti di intercettazione di presa su ciascuna coppia di tubazioni in entrata – uscita dalla macchina;

rubinetti di scarico dell'acqua;

scarichi delle valvole di sicurezza, degli spurghi, troppo pieno, ecc., convogliati direttamente nelle reti generali di raccolta o nelle immediate vicinanze di pilette o pozzetti, onde evitare spargimenti di acqua e successivi ristagni;

giunti antivibranti in tela alona (per le macchine ad aria canalizzate) interposti fra la macchina e le canalizzazioni ad essa collegate.

Per le macchine installate all'esterno i termometri ed i manometri di cui ai precedenti punti dovranno essere protetti contro le intemperie (ad esempio con tettucci in plexiglass o in lamiera) ed installati in modo che dai bulbi o dagli attacchi sulle tubazioni non si infiltri, attraverso gli isolamenti termici, acqua di pioggia; parimenti le valvole di intercettazione dovranno essere installate con le leve o i volantini di manovra posizionati in modo tale da evitare infiltrazioni d'acqua attraverso l'isolamento termico (ad esempio potranno essere montate con le leve di manovra o il volantino in posizione laterale o, se ciò non crea problemi di azionamento, in posizione inferiore).

Le tubazioni collegate alle macchine non dovranno gravare con il loro peso sulle macchine stesse e/o sui loro attacchi flangiati o filettati; i collegamenti dovranno essere eseguiti con l'interposizione di giunti elastici antivibranti ed in modo tale da poter essere facilmente smontati

per la manutenzione dei vari componenti. A tal fine, le tubazioni non dovranno essere installate in modo da ostacolare la manutenzione e/o lo smontaggio di parti della macchina.

Qualora i diametri degli attacchi idronici sulle macchine siano diversi da quelli delle tubazioni in arrivo – partenza, saranno interposti dei tratti di tubazioni tronco-conici con angolo di conicità non superiore a 15° (filettati o flangiati), di raccordo fra attacchi della macchina e tubazioni o valvolame.

#### 2.16.3.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti i macchinari e/o gli apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale e/o con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà macchinari o apparecchi insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei macchinari o parti di essi che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.16.4 **Prove, controlli e certificazioni**

Ogni macchina, conformemente alle normative vigenti ed in particolare alla "Direttiva Macchine" Comunitaria, sarà dotata di certificazione CE, redatta e rilasciata da:

Costruttore:

- nel caso la macchina giunga in cantiere completa ed assemblata, corredata di tutta la parte elettrica, completamente cablata;
- nel caso la macchina, pur se giunta in cantiere disassemblata, venga ivi assemblata e completata con tutta la parte elettrica, il tutto a cura del costruttore;

Appaltatore (installatore):

- nel caso la macchina giunga (per qualsiasi motivo) in cantiere disassemblata e venga assemblata in cantiere a cura dell'installatore e/o la parte elettrica (compresi cablaggi) venga ivi eseguita sempre a cura dell'installatore: in questi casi si tratterà di "quasi macchina" e il costruttore dovrà fornire solo l'allegato 2-B.

Le prestazioni delle macchine dovranno essere documentate dall'Appaltatore con le schede tecniche del costruttore o, preferibilmente, le certificazioni di Eurovent o di altro Ente riconosciuto, rimanendo peraltro l'Appaltatore unico responsabile nei confronti della Committente della veridicità dei dati forniti. Si rammenta che in ogni caso le macchine frigorifere dovranno fornire le prestazioni richieste con un fattore di sporcamento per incrostazioni negli scambiatori acqua-refrigerante pari a  $0,04 \div 0,05 \text{ K} \cdot \text{m}^2/\text{kW}$ .

Marcatura CE con relative certificazioni e dichiarazioni, documentazione con dati tecnici e prestazionali (etichetta energetica e scheda di prodotto per le pompe di calore con  $P_t \leq 400$  kW), libretto di uso e manutenzione saranno raccolti, per ogni apparecchio, in un unico dossier.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della Direzione Lavori, a presentare documentazione tecnica degli apparecchi/componenti che propone di installare e fornire la relativa certificazione di marcatura CE; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

In assenza di certificazioni Eurovent o simile, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'Appaltatore, che non può opporre rifiuto, di far testare e certificare tutte le prestazioni di una o più macchine presso Eurovent o presso altro laboratorio autorizzato: se le prestazioni risulteranno conformi alle specifiche tecniche richieste, l'onere per l'esecuzione delle prove sarà a carico della Committente; lo stesso dicasi in caso di lievi difformità, tali da non richiedere la ripetizione dei test, ma alle quali l'Appaltatore è tenuto comunque a porre rimedio con la massima rapidità. Invece, nel caso di significative difformità in difetto, l'onere per le prove di cui sopra sarà a totale carico dell'Appaltatore, che dovrà in ogni caso provvedere con la massima rapidità a porre rimedio alle difformità, facendo anche eseguire a propria cura e spese una nuova serie di test con relativa certificazione finale che attesti la raggiunta conformità alle specifiche tecniche richieste.

Oltre a ciò, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere all'Appaltatore che una o più macchine particolarmente importanti vengano collaudate in fabbrica in modo conforme alle normative già citate, alla presenza della stessa Direzione Lavori. Il rapporto del collaudo sarà poi consegnato alla Direzione Lavori.

Nulla sarà dovuto all'installatore per l'esecuzione di tali verifiche, che devono essere considerate onere contrattuale.

Infine, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni sulle macchine già giunte in cantiere ed eventualmente anche installate: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

Per tutte le apparecchiature che debbano essere corredate di certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

## **2.17 Apparecchi - componenti relativi a geotermia – fonti energetiche rinnovabili – cogenerazione**

### **2.17.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.17.1.1 Caratteristiche tecniche di componenti per geotermia**

Tutti i componenti saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione; ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.).

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche, termiche e agli urti accidentali;

## 2.17.2 Modalità di posa in opera

### 2.17.2.1 Generalità

Tutte le apparecchiature/componenti dovranno essere installate osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la corretta funzionalità e la comodità di utilizzo dell'apparecchio, la sua accessibilità per manutenzione ordinaria e straordinaria; in ogni caso osservando tutte le prescrizioni della normativa vigente e delle buone regole dell'arte.

Per alcune apparecchi/componenti descritti in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

### 2.17.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti i componenti/apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà componenti o apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).



### 2.17.3 Prove, controlli e certificazioni

In generale, tutti gli apparecchi, ove fisicamente possibile, dovranno generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna o su una targa metallica ben fissata il nome del produttore (marca), il modello, i principali dati tecnici e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, di riferimento.

Per tutti gli apparecchi l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

Per i componenti e gli apparecchi dotati obbligatoriamente di marchio CE dovrà essere prodotta la relativa certificazione e dichiarazione di conformità.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni degli apparecchi che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutti gli apparecchi e componenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla loro sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

La DL si riserva la facoltà di non accettare apparecchi di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare apparecchi di costruzione asiatica o simile.

## 2.18 Elettropompe (compresi circolatori)

### 2.18.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutti le elettropompe (intese nel senso più ampio del termine, compresi quindi anche i circolatori) saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotate di marcatura CE e corredate della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE, della "Direttiva ErP" 2009/125/CE, delle rispettive disposizioni legislative di recepimento e dei relativi Regolamenti;
- presentare indici di efficienza energetica migliorativi rispetto ai valori fissati al 01/08/2015 dal Regolamento (EU) per i circolatori e al 01/01/2015 dal Regolamento (EU) per le pompe;
- utilizzare motori elettrici, quando non facenti parte di circolatori, con classe di efficienza energetica non inferiore a IE3, anche quando corredati di variatore di giri;
- essere adatte ad operare a contatto con i fluidi previsti (anche aggressivi e/o alimentari) nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;

- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva ErP 2009/125/CE, Direttiva bassa tensione 2014/35/UE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, D.Lgs. 81/2008; ecc.);
- avere i corpi pompa, i motori, e ove presenti, i basamenti ed altri eventuali manufatti facenti parte del gruppo di pompaggio, con la sola eccezione delle parti in acciaio inox, verniciati con più mani di vernice resistente agli agenti atmosferici ed alla temperatura di esercizio prevista;
- essere corredate di targa metallica, con stampigliati in maniera chiara ed indelebile il nome del costruttore, l'anno di costruzione e tutte le sue caratteristiche principali (portata, prevalenza, numero di giri, assorbimento elettrico, classe di efficienza energetica, ecc.).

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

Nella scelta degli apparecchi verrà data priorità, a pari importanza, per:

- efficienza energetica (circolatori classe A; MEI > 0,4; motori elettrici IE4 e simili);
- punto di lavoro il più possibile prossimo alle condizioni di massimo rendimento idraulico (BEP, Best Efficiency Point);
- silenziosità di funzionamento;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità.

I motori elettrici, salvo specifiche indicazioni diverse, saranno sempre di tipo trifase per potenze superiori indicativamente ad 1 kW, mentre per potenze inferiori potranno essere monofase o trifase, secondo quanto richiesto e/o necessario.

## 2.18.2 Modalità di posa in opera

### 2.18.2.1 Generalità

Nel presente capitolo vengono riportate, oltre ad alcune prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera richiedenti particolari avvertenze o accorgimenti.

Tutte le elettropompe (o circolatori) dovranno essere installate secondo le modalità e con la dotazione di accessori qui di seguito precisate:

Quando il diametro delle bocche della pompa sia diverso da quello della valvola di intercettazione o di ritegno (o altro accessorio), dovrà essere interposto un tratto di raccordo di tubazione tronco-conico con angolo di conicità non superiore a 15°;

Per le elettropompe flangiate la bulloneria dovrà essere generalmente in acciaio zincato (inox per pompe e/o tubazioni inox); non sarà accettata bulloneria in acciaio nero

Le elettropompe (o circolatori) filettate dovranno essere sempre installate con l'uso di bocchettoni che ne consentano lo smontaggio;

Dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle pompe gravino con il proprio peso sulle pompe stesse: quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dalle pompe;

Le elettropompe (o circolatori) dovranno essere sempre installate in modo da non trasmettere direttamente vibrazioni e rumore alle tubazioni, potendosi ciò ottenere con l'interposizione di giunti elastici antivibranti supporti o materiali antivibranti;

Per i gruppi di pompaggio dotati di basamento o di manufatti di fissaggio alle strutture murarie, il fissaggio dovrà obbligatoriamente avvenire con l'interposizione di materiali/supporti antivibranti, così da minimizzare la trasmissione diretta di vibrazioni/rumori alle strutture stesse;

Quando installate in batteria, le elettropompe dovranno essere ben ordinate ed allineate;

Per tutte le elettropompe (o circolatori) dovrà essere assicurata un'altezza di carico minima sufficiente (pressione statica);

Tutte le pompe e tutti i gruppi di pompaggio dovranno essere installati in modo da evitare assolutamente ogni possibilità di gocciolamenti (da parte della pompa stessa o di altri componenti d'impianto) sul motore elettrico e particolarmente sulle morsettiere e su altri componenti elettrici;

Per quanto riguarda l'isolamento termico, si rimanda a quanto esposto nell'apposito capitolo di Elaborato

#### 2.18.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti i componenti/apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale e/o con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o parti di essi che risultassero danneggiati, oppure a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.18.3 **Prove, controlli e certificazioni**

In generale, tutti gli apparecchi, ove fisicamente possibile, dovranno generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna o su una targa metallica ben fissata il nome del produttore (marca), il modello, i principali dati tecnici e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, di riferimento e la classe/indice di efficienza energetica.

Per tutti gli apparecchi l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

Per i componenti e gli apparecchi dotati obbligatoriamente di marchio CE dovrà essere prodotta la relativa certificazione e dichiarazione di conformità.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni degli apparecchi che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutti gli apparecchi e componenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

La DL si riserva la facoltà di non accettare apparecchi di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare apparecchi di costruzione asiatica o simile.

## **2.19 Apparecchiature di stoccaggio, pressurizzazione e trattamento dell'acqua – impianti di irrigazione**

### **2.19.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.19.1.1 Apparecchiature di stoccaggio e pressurizzazione**

Tutte le apparecchiature saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno: essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi del DL 174/2004 e/o Direttiva PED 2014/68/UE e della Direttiva Macchine 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento; essere adatte ad operare a contatto con i fluidi (anche aggressivi) nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;

- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le eventuali parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, Direttiva PED 2014/68/UE, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), D.Lgs. 81/2008; D.Lgs. 22/97, D.Lgs. 152/06, ecc.), e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, D.M. 25/2012, DL 31/01, ecc.);
- essere dotate, ove fisicamente possibile, di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove necessario e/o prescritto le principali caratteristiche tecniche.

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:



- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;
- maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

#### 2.19.1.2 Apparecchiature di trattamento acqua

Tutte le apparecchiature/componenti saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotate di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredate della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi del DL 174/2004 e/o Direttiva "PED" 2014/68/UE e della Direttiva Macchine 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatte ad operare a contatto con i fluidi (anche aggressivi) nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruite, testate, provate in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le eventuali parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva Macchine 2006/42/CE, Direttiva PED 2014/68/UE, INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), D.Lgs. 81/2008; D.Lgs. 22/97, D.Lgs. 152/06, ecc.), e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, D.M. 25/2012, DL 31/01, ecc.);
- essere dotate, ove fisicamente possibile, di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove necessario e/o prescritto le principali caratteristiche tecniche (es. portata e tipo di fluido utilizzato per il trattamento).

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;

maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;

servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

#### 2.19.2 Modalità di posa in opera

##### 2.19.2.1 Generalità

Per alcune apparecchiature e componenti descritti in precedenza le modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

### 2.19.2.2 Modalità di posa in opera per complessi di dosaggio e componenti d'impianto per il trattamento dell'acqua di alimentazione

- Le apparecchiature dovranno essere poste in opera in maniera conforme alle indicazioni della casa costruttrice, alle buone regole dell'arte e alle vigenti normative, anche e soprattutto in ordine a spazi di rispetto per l'introduzione e l'eventuale estrazione, per l'accessibilità e la manutenzione;
- I componenti e gli apparecchi "a terra" non dovranno essere semplicemente appoggiati al pavimento, ma fissati anche alle strutture edili di sostegno, o comunque installati in modo che ne siano contrastati eventuali spostamenti o ribaltamenti dovuti ad azioni sismiche; le tubazioni collegate non dovranno gravare con il loro peso sui componenti di cui si tratta, ma dovranno essere supportate in modo autonomo;
- I componenti e gli apparecchi "in linea" dovranno essere ben fissati alle tubazioni e, quando il loro peso non sia trascurabile, dovranno essere anche ancorati alle strutture edili, in modo da non gravare sulle tubazioni in maniera eccessiva;
- I collegamenti alle reti impiantistiche dovranno avvenire in modo facilmente smontabile (giunti a tre pezzi o, per i diametri più alti, flangiature) e tale da non consentire eventuale trasmissione di rumori o vibrazioni, ricorrendo, ove necessario o opportuno, a giunti elastici o supporti antivibranti;
- Per fissaggi, flangiature, ecc., dovranno utilizzarsi esclusivamente componenti, bulloneria, ecc., in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con esclusione del ferro nero, anche se trattato antiruggine e poi verniciato;
- Le tubazioni collegate non dovranno gravare con il loro peso sui componenti di cui si tratta, ma dovranno essere supportate in modo autonomo;
- Le tubazioni collegate non dovranno creare intralcio all'accessibilità dei vari apparecchi;
- Dovrà essere accuratamente evitata ogni possibilità di gocciolamenti o spargimenti d'acqua, anche accidentali, sugli apparecchi e in particolare sulle loro eventuali parti elettriche.

### 2.19.2.3 Modalità di posa in opera per apparecchiature di stoccaggio e pressurizzazione acqua

- Le apparecchiature dovranno essere poste in opera in maniera conforme alle indicazioni della casa costruttrice, alle buone regole dell'arte e alle vigenti normative, anche e soprattutto in ordine a spazi di rispetto per l'introduzione e l'eventuale estrazione, per l'accessibilità e la manutenzione;
- Serbatoi, pompe, ecc. non dovranno essere semplicemente appoggiati, ma fissati anche alle strutture edili di sostegno, o comunque installati in modo che ne siano contrastati eventuali spostamenti o ribaltamenti dovuti ad azioni sismiche;
- I collegamenti alle reti impiantistiche dovranno sempre avvenire con giunti elastici, che consentano sia lo smontaggio, che spostamenti sismici o di assestamento, che in fine assenza di trasmissione di vibrazioni o rumori;

- Per fissaggi, flangiature, ecc., dovranno utilizzarsi esclusivamente componenti, bulloneria, ecc., in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con esclusione del ferro nero, anche se trattato antiruggine e poi verniciato;
- Le tubazioni collegate non dovranno gravare con il loro peso sui componenti di cui si tratta, ma dovranno essere supportate in modo autonomo;
- Le tubazioni collegate non dovranno creare intralcio all'accessibilità ai vari componenti;
- Dovrà essere accuratamente evitata ogni possibilità di gocciolamenti o spargimenti d'acqua, anche accidentali, su componenti o apparecchi ed in particolare sulle loro eventuali parti elettriche.

#### 2.19.2.4 Modalità di posa in opera per manufatti di trattamento acque reflue, interrati

- I manufatti dovranno essere posti in opera in maniera uniforme alle indicazioni del costruttore, alle buone regole dell'arte e alle vigenti normative, anche e soprattutto in ordine all'accessibilità e alla manutenzione;
- Botole e/o coperchi di ispezione dovranno essere a filo pavimento/terreno, così da non costituire intralcio;
- Particolare cura ed attenzione dovrà essere posta nella costipazione del terreno di appoggio del manufatto e di quello di riempimento, attorno ad esso e soprattutto sotto eventuali sottoquadri o rientranze, per evitare la formazione di spazi vuoti che possano successivamente generare cedimenti;
- I collegamenti alle tubazioni in entrata – uscita dovranno essere a perfetta tenuta, per evitare fuoriuscite di liquidi impuri.

#### 2.19.2.5 Modalità di posa in opera per apparecchiature e componenti per irrigazione

- Le centraline dovranno essere installate in posizione protetta, non esposte alle intemperie, a gocciolamenti, a spandimenti d'acqua e così via;
- Le tubazioni di distribuzione saranno interrate a profondità sufficiente, generalmente non inferiore a 80 cm, su letto di sabbia. La Ditta esecutrice degli impianti, anche quando gli scavi per le tubazioni non siano compresi nel progetto degli impianti, dovrà collaborare con l'esecutore degli scavi, fornendo tutte le necessarie indicazioni, in quanto la responsabilità è comunque in capo all'Appaltatore;
- Le elettrovalvole dovranno essere montate secondo il senso della freccia impressa sul corpo valvola che indica la direzione del flusso; il solenoide della valvola dovrà essere sempre dalla parte opposta dell'arrivo dell'acqua. Gli attacchi filettati delle valvole dovranno essere guarniti con qualche giro di teflon: non sarà consentito l'utilizzo di canapa e/o pasta per evitare rotture del corpo in fase di montaggio. Nel caso di installazione interrata le elettrovalvole dovranno essere inserite in appositi pozzetti in robusto materiale plastico resistente alle sostanze più comuni presenti nel terreno, di colore verde in grado di mimetizzarsi con il manto erboso.

#### 2.19.2.6 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti i componenti e gli apparecchi o loro parti durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà componenti o apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o loro parti che risultassero danneggiati, oppure a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.19.3 Prove, controlli e certificazioni

Tutte le apparecchiature ed i componenti, ove fisicamente possibile, dovranno portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine direttamente sul componente oppure su un'apposita targhetta esterna fissata in modo stabile il nome del produttore, l'anno di produzione e la sigla di fabbrica, il modello, le caratteristiche tecniche e prestazionali principali, le norme di costruzione ed il marchio CE.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni delle apparecchiature che propone di installare e fornire la relativa certificazione di conformità (marcatura CE); nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

Infine, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto e/o della normativa, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni.

Per tutte le apparecchiature che debbano essere corredate di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "*as built*".

#### 2.20 Apparecchiature e provvedimenti antincendio

##### 2.20.1 Caratteristiche tecniche generali

##### 2.20.1.1 Caratteristiche tecniche per idranti e simili

Tutti i componenti di cui si tratta, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:



essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede, e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione; il tutto ai sensi del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;

- essere adatti all'impiego nelle condizioni ambientali, di temperatura e di pressione di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati e certificati in conformità della legislazione vigente (in particolare D.Lgs. 81/2008), alle norme specifiche di prodotto e di impianto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc., ad esempio UNI 10779:2021 generale; UNI EN 671-2:2012 per idranti a muro; UNI EN 671-1:2012 per i naspi; UNI EN 14384:2006 per idranti a colonna soprasuolo; UNI EN 14339: 2006 per idranti sottosuolo e così via);
- essere dotati di una targhetta metallica con l'indicazione della norma UNI di rispondenza, con la necessaria simbologia di cui al D.Lgs. 81/2008 (e Direttiva 92/58/CE);
- avere tutte le parti in leghe del ferro (con esclusione di quelle in acciaio inox) verniciate con vernice epossidica o altro tipo resistente al tempo e agli agenti atmosferici.
- In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

#### 2.20.1.2 Caratteristiche tecniche per estintori e simili

Tutti i componenti di cui si tratta, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno: essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della "Direttiva PED" 2014/68/UE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;

- essere adatti all'impiego nelle condizioni ambientali, di temperatura e di pressione di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati e certificati in conformità della legislazione vigente (in particolare D.Lgs. 81/2008; D.M. 20/12/82; D.M. 06/03/92; D.M. 07/01/2005, ecc.), alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc., ad esempio UNI EN 3-7:2008 e UNI EN 3-8:2021 per gli estintori portatili; e così via);
- essere dotati di una targa fissa ed indelebile, conforme alle normative, con tutti i dati riguardanti l'apparecchio (costruttore, data di costruzione, modello, classe di fuoco, agente estinguente, capacità, ecc.);
- avere tutte le parti in leghe del ferro (con esclusione di quelle in acciaio inox) verniciate color rosso RAL 3000 con vernice epossidica o altro tipo resistente al tempo e agli agenti atmosferici.

- In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

#### 2.20.1.3 Caratteristiche tecniche per impianti sprinkler

Tutti i componenti di cui si tratta, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione; il tutto ai sensi del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e/o della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti all'impiego nelle condizioni ambientali, di temperatura e di pressione di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati e certificati in conformità della legislazione vigente (in particolare D.Lgs. 81/2008), alle norme specifiche di prodotto ed impianto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.: in particolare UNI EN 12845:2020, UNI EN 12259-1÷5:2002/2007; norme CEI per parti elettriche, e così via);
- essere di tipo conforme/approvato dalle principali omologazioni internazionali (*Factory Mutual F.M.; Underwriter Laboratories U.L.; Fire Office Committee F.O.C.; ecc.*) e corredati della relativa certificazione;
- essere dotati di una targa fissa ed indelebile, conforme alle normative, con tutti i dati riguardanti l'apparecchio (costruttore, data di costruzione, modello, dati prestazionali, ecc.);
- avere tutte le parti in leghe del ferro (con esclusione di quelle in acciaio inox) verniciate con vernice epossidica o altro tipo resistente al tempo e agli agenti atmosferici.

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

#### 2.20.1.4 Caratteristiche tecniche per centrali idriche antincendio

Tutti i componenti delle centrali e le centrali nel loro insieme, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione; il tutto ai sensi della "Direttiva Macchine" 2006/42/CE e del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti all'impiego nelle condizioni ambientali, di temperatura e pressione di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati e certificati in conformità della legislazione vigente (in particolare D.Lgs. 81/2008), alle norme specifiche di prodotto ed impianto nazionali ed

europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.: in particolare UNI EN 12845:2020, oltre a tutte le altre riguardanti i singoli componenti; norme CEI per parti elettriche, e così via); nonché alle norme NFPA 13:2022;

- essere dotati di una targa fissa ed indelebile, conforme alle normative, con tutti i dati riguardanti l'apparecchio (costruttore, data di costruzione, modello, dati geometrici/prestazionali, ecc.);
- avere tutte le parti in leghe del ferro (con esclusione di quelle in acciaio inox) verniciate con vernice epossidica o altro tipo resistente al tempo e agli agenti atmosferici.

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

#### 2.20.1.5 Caratteristiche tecniche per componenti di sicurezza ed antincendio vari (cartellonistica, ecc.)

Tutti i componenti di cui si tratta, saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno: essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredati della relativa dichiarazione di conformità o prestazione; il tutto ai sensi del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;

- essere adatti all'impiego nelle condizioni ambientali, di temperatura e di pressione di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati e certificati in conformità della legislazione vigente (in particolare D.Lgs. 81/2008), e alle norme specifiche di prodotto e di impianto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.);
- essere dotati di una targhetta metallica con l'indicazione della norma UNI di rispondenza, con la necessaria simbologia di cui al D.Lgs. 81/2008 (e Direttiva 92/58/CE);
- avere tutte le parti in leghe del ferro (con esclusione di quelle in acciaio inox) verniciate con vernice epossidica o altro tipo resistente al tempo e agli agenti atmosferici.
- In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

#### 2.20.1.6 Caratteristiche tecniche per componenti e/o sistemi di protezione passiva al fuoco - chiusure e sigillature tagliafuoco

Tutti i componenti e/o i sistemi di protezione passiva al fuoco saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE e corredati della relativa dichiarazione di prestazione; il tutto ai sensi del "Regolamento 305/2011/UE";

- essere costruiti, testati, provati e certificati in conformità della legislazione vigente (in particolare, per quanto riguarda la resistenza al fuoco, ai D.M. 09/03/2007 e D.M. 16/02/2007 – allegato A.4.5 e s.m.i, e per quanto concerne la reazione al fuoco ai D.M. 10/03/2005 e D.M.15/03/2005 e s.m.i.), alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – ISO, ecc.) e alle particolari prescrizioni dovute a regole tecniche o “norme cogenti” per la sicurezza antincendio applicabili nel caso di attività soggette a controlli delle autorità;
- essere adatti all’impiego nelle condizioni ambientali e di temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere in accordo alle caratteristiche di pareti, solai, ecc.;
- avere spessori non inferiori a quelli previsti in progetto e comunque non inferiori ai minimi fissati dalle normative antincendio vigenti;

In ogni caso gli spessori sono relativi al solo materiale antifluoco.

Tutti i componenti e/o i sistemi di protezione passiva al fuoco dovranno essere classificati e certificati, ai fini del comportamento al fuoco, secondo la normativa europea e ai sensi della legislazione vigente come esposto in precedenza. Le classi di reazione al fuoco e la resistenza al fuoco richieste per ogni singolo prodotto sono indicate nelle singole specifiche tecniche, riportate nel seguito e nelle descrizioni estese dell'Elenco Prezzi Unitari (EPU) / Elenco Descrittivo delle Voci (EDV). È ammesso l'impiego di materiali e/o manufatti certificati secondo la precedente classificazione nazionale, solo ed esclusivamente se non costituenti “prodotti da costruzione” ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011. Ai fini della corrispondenza fra le nuove classificazioni europee e le precedenti classificazioni nazionali (D.M. 26/06/1984) vale quanto indicato nel D.M. 15/03/2005 e nelle relative tabelle 1,2,3 ad esso allegate. Il tutto dovrà essere documentato dalle relative certificazioni/dichiarazioni di conformità. I materiali antifluoco fibrosi dovranno essere anche certificati ed etichettati come “non cancerogeni” ai sensi del D.M. 01/09/1998, della circolare n° 4 del 15/03/2000 e della successiva direttiva comunitaria 2009/2/CE.

I sistemi di ancoraggio-supporto di componenti o sistemi di protezione passiva al fuoco dovranno essere omologati, certificati e forniti dalla casa costruttrice.

Tutti i componenti e/o i sistemi di protezione passiva al fuoco dovranno essere eseguiti e/o posti in opera secondo le indicazioni della casa produttrice e le migliori regole dell'arte da ditte e/o personale altamente qualificato nel settore antincendio come descritto nell'apposita sezione del presente elaborato.

Nelle descrizioni che seguono non sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli componenti e sistemi di protezione passiva al fuoco devono essere conformi, ma, sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che componenti o sistemi non rispondenti saranno rifiutati.

#### 2.20.1.7 Caratteristiche tecniche condotte di estrazione-controllo del fumo per singolo compartimento, in acciaio zincato rinforzato

Le condotte di estrazione-controllo del fumo per compartimento singolo per sistemi di controllo di fumo e calore (SEFFC) dovranno:



- essere realizzate in lamiera di acciaio zincato a doppia parete di spessore commisurato all'esigenza della certificazione di resistenza al calore, in funzione delle dimensioni dei lati;
- essere conformi alla norma UNI 9494-2:2017;
- essere provviste di marcatura CE secondo normativa di prodotto UNI EN 12101-7:2011 "Sistemi per il controllo di fumo e calore» Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi»;
- essere conformi alla classe A7.1 dell'allegato al D.M. 16/02/2007;
- essere conformi alla tabella S.2-30 del D.M. 18/10/2019;
- essere testate ai sensi della norma UNI EN 1366- 8:2005 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura e servizi» Condotte di estrazione fumo per comparto multiplo" ed UNI EN 1363-1:2020 "Prove di resistenza al fuoco» Requisiti generali" per resistenza fino a 120 minuti a temperatura fino a 600°C;
- avere tenuta ai fumi freddi (UNI EN 1363-1/2/3), fattore "S" di perdita: inferiore a 5 m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>);
- avere classe di perdita C (ai sensi della UNI EN 1507:2008 "Ventilazione degli edifici» Condotte rettangolari di lamiera metallica» - Requisiti di resistenza e di tenuta");
- essere classificate ai sensi del capitolo 7.2 della UNI EN 13501-4:2016 "Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione» Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo", per una pressione di esercizio -1.500 Pa ÷ + 500 Pa

I pezzi speciali saranno realizzati nello stesso materiale delle condotte e saranno conformi alle predette normative. Sulle condotte saranno previsti sportelli di idonee dimensioni, facilmente aprili/smontabili per le operazioni di controllo e manutenzione così come previsto dalla normativa.

Nel caso in cui i condotti siano utilizzati, in condizioni normali, anche per la distribuzione/ripresa dell'aria si devono applicare tutte le disposizioni esecutive precedentemente descritte nel presente documento per dette canalizzazioni.

## **2.20.2 Modalità di posa in opera per apparecchiature e dispositivi antincendio**

### **2.20.2.1 Generalità**

Tutti i materiali, le apparecchiature, i componenti, ecc., dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni del progetto e del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la corretta funzionalità e la comodità di utilizzo dell'apparecchio, la sua accessibilità per manutenzione ordinaria e straordinaria; in ogni caso osservando tutte le prescrizioni della normativa vigente e delle buone regole dell'arte.

Nel presente capitolo vengono riportate solo le modalità di posa in opera di tipi di apparecchiature e dispositivi antincendio che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

### **2.20.2.2 Modalità di posa in opera per idranti e simili**

I componenti in cassetta (idranti, naspi e simili) andranno installati ad una altezza tale da consentirne un facile uso (fondo cassetta a circa 0,9 m) ed in modo da non creare intralcio, con la loro sporgenza, al passaggio delle persone, soprattutto in corrispondenza alle vie di esodo: a tale scopo si ricorrerà preferibilmente, ove opportuno, a cassette ad incasso. I cartelli segnalatori saranno preferibilmente del tipo bifacciale a bandiera quando installati a parete, collocati ad un'altezza e in una posizione tale da essere perfettamente visibili da qualsiasi direzione;

Gli attacchi motopompa, quando interrati, saranno posti entro un apposito pozzetto in calcestruzzo (generalmente compreso nelle opere edili), con chiusino in ghisa o lamiera zincata stirata, facilmente apribile e di dimensioni tali da consentire un agevole accesso a tutti i componenti. La collocazione sarà in posizione per quanto possibile non soggetta a traffico carraio, per evitare possibili danneggiamenti, oltre ad eccessiva resistenza meccanica, e quindi peso, del chiusino. I cartelli segnalatori saranno preferibilmente del tipo bifacciale a bandiera quando installati a parete, collocati ad un'altezza e in una posizione tale da essere perfettamente visibili da qualsiasi direzione

#### 2.20.2.3 Modalità di posa in opera per estintori e simili

Gli estintori portatili saranno installati a pavimento o a parete (ad un'altezza di circa 0,9 m), a pari prezzo ed a scelta della DL, in ogni caso con appositi supporti e cartelli segnalatori. Il posizionamento sarà tale da non creare intralcio al passaggio delle persone, soprattutto in corrispondenza delle vie di esodo. I cartelli segnalatori saranno bifacciali, a bandiera quando collocati a parete, posti ad una altezza ed in una posizione tale da essere perfettamente visibili da qualsiasi direzione. Gli accessori di fissaggio, compresa bulloneria, saranno esclusivamente in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con esclusione del ferro nero, anche se trattato antiruggine e poi ulteriormente verniciato.

#### 2.20.2.4 Modalità di posa in opera per componenti di centrali idriche antincendio

I serbatoi interrati andranno posizionati su un basamento di zavorra in magrone, fissati con tiranti in acciaio zincato. Il basamento di zavorra in magrone, a pari dello scavo di interrimento, è compreso nelle opere ed assistenze murarie. I collegamenti a tutte le tubazioni in partenza – arrivo dovranno avvenire con giunti elastici, che consentono spostamenti relativi sismici o di assestamento, senza danni;

I serbatoi non interrati dovranno essere posizionati rispettando tutte le indicazioni di progetto e/o del fornitore, anche in ordine a spazi di rispetto per l'introduzione e per l'accesso – manutenzione dei vari componenti; inoltre dovranno essere rigidamente fissati, non semplicemente appoggiati, alle strutture edili di sostegno, tenendo conto anche delle sollecitazioni di un eventuale sisma, e quindi in modo che ne siano contrastati sia gli spostamenti orizzontali che il ribaltamento. I collegamenti alle tubazioni in partenza – ritorno dovranno avvenire sempre con giunti elastici, che consentano spostamenti sismici o di assestamento, senza danni. La bulloneria e gli altri accessori di ancoraggio saranno in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con esclusione del ferro nero, anche se trattato antiruggine e poi ulteriormente verniciato;

I gruppi di pompaggio dovranno essere posti in opera secondo le indicazioni del fornitore e/o di progetto, anche in ordine a spazi di rispetto per l'introduzione e per l'accesso – manutenzione dei vari componenti, adottando inoltre i seguenti accorgimenti:

- le tubazioni in partenza – arrivo non graveranno con il loro peso sul gruppo, ma dovranno essere supportate in modo autonomo;
- le tubazioni in partenza – arrivo dovranno essere posizionate, in maniera tale da non creare intralcio all'accessibilità ai vari componenti del gruppo;

- dovrà essere accuratamente evitata ogni possibilità di gocciolamenti o spargimenti d'acqua, anche accidentali su componenti elettrici del gruppo (pressostati, morsettiere, quadri elettrici e così via);
- il fissaggio dei singoli componenti del gruppo e di questo alle strutture edili dovrà avvenire tenendo conto anche delle sollecitazioni di un eventuale sisma; gli accessori di supporto – fissaggio, compresa la bulloneria, saranno esclusivamente in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con esclusione del ferro nero, anche se trattato antiruggine e poi ulteriormente verniciato;

#### 2.20.2.5 Modalità di posa in opera per componenti di impianti sprinkler

Tutti i componenti dovranno essere posti in opera in modo conforme alle normative con particolare attenzione a distanze e spazi di rispetto ad ostacoli per accesso e manutenzione. Le tubazioni non dovranno gravare con il loro peso sulle stazioni di comando – controllo e dovranno quindi essere supportate in maniera autonoma. Tutti i supporti dovranno essere dimensionati ed eseguiti tenendo conto anche delle sollecitazioni sismiche; la bulloneria sarà esclusivamente in acciaio zincato o altro materiale più pregiato. È ammesso per i supporti – ancoraggi delle centrali, l'uso del ferro nero, purché protetto con due mani di antiruggine di colore diverso e poi ulteriormente verniciato.

#### 2.20.2.6 Modalità di posa in opera per componenti di sicurezza ed antincendio vari

La posa in opera dovrà avvenire in modo conforme alle normative, oltre che alle indicazioni di progetto e del produttore, anche e soprattutto in ordine a spazi di rispetto ed ostacoli che ne limitino l'accessibilità, la visibilità e, ove necessario, la manutenzione. Gli accessori di supporto – ancoraggio saranno esclusivamente in acciaio zincato o altro materiale più pregiato, con esclusione del ferro nero, anche se trattato antiruggine e verniciato.

#### 2.20.2.7 Modalità di posa in opera per componenti e materiali – sistemi vari per chiusure e sigillature tagliafuoco

Sono a carico dell'Appaltatore, come espresso onere di coordinamento fra installatore impiantista e impresa edile, tutti i disegni quotati delle forometrie per i passaggi di tubazioni, condotte, canalizzazioni, attraverso strutture di compartimentazione (e non). Tali forometrie devono essere dimensionate ed eseguite con i seguenti criteri:

- Randa di tubazioni: foro rettangolare o pluri-rettangolare che lasci uno spazio libero di almeno 5 cm tutto attorno al fascio di tubazioni;
- Tubazioni singole in materiale incombustibile: attorno alla tubazione deve essere lasciata una corona circolare avente uno spessore minimo di 3 cm; nel caso di foro quadrato, il suo lato deve essere di almeno 6 cm superiore al diametro del tubo;
- Canalizzazioni aria singole, accostate o sovrapposte: foro rettangolare o pluri-rettangolare che lasci tutto attorno ad ogni canalizzazione uno spazio libero di almeno 5 cm; nel caso di condotte circolari passanti in fori quadrati, il lato del foro deve essere superiore di almeno 10 cm al diametro della condotta;
- Passerelle elettriche singole o sovrapposte: foro rettangolare o pluri-rettangolare che lasci attorno ad ogni passerella una fascia libera avente un'altezza di 10 cm sul lato superiore della passerella e di 5 cm sugli altri tre lati;

- Passerelle elettriche accostate: foro rettangolare o pluri-rettangolare che lasci attorno ad ogni passerella una fascia libera minima avente un'altezza di 10 cm sul lato superiore della passerella, di 5 cm su due lati esterni e di 15 cm sui due lati interni;
- consegna dei fori perfettamente riquadrati (onere questo a carico dell'impresa edile).

L'Appaltatore si occuperà del ripristino delle compartimentazioni antincendio con la chiusura e sigillatura tagliafuoco delle suddette forometrie, avvalendosi di personale altamente qualificato e anche di ditte specializzate nel settore antincendio, per la fornitura e posa in opera a regola d'arte dei materiali e/o componenti e/o sistemi tagliafuoco, così come richiesto e/o specificato negli elaborati di progetto/contratto.

I materiali impiegati, che devono essere certificati ed accettati dal Comando dei VV.F., devono poi essere posati in opera garantendo che le lavorazioni eseguite diano continuità alla resistenza al fuoco delle strutture attraversate secondo la classe di resistenza al fuoco richiesta dal progetto di prevenzione incendi.

Tutte le chiusure e sigillature tagliafuoco saranno consegnate particolarmente curate e rasate anche dal punto di vista estetico, in modo che l'impresa edile possa poi completare le finiture superficiali in accordo con le caratteristiche della parete o del solaio interessati.

#### 2.20.2.8 Modalità di posa delle condotte di estrazione-controllo del fumo

Per questo tipo di condotte le modalità di installazione sono simili a quelle relative ad analoghe canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria, tenuti presenti le diversità di peso a parità di sezione. Nel presente capitolo vengono riportate, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

Per i condotti realizzati in lamiera rinforzata la giunzione dei tronchi rettilinei e dei pezzi speciali (curve e derivazioni) va effettuata mediante flange, con viti, rondelle e dadi M8, inseriti negli appositi fori presenti nel profilo di giunzione, previa interposizione di una guarnizione e di un materiale sigillante adatto all'applicazione, che non comprometta le caratteristiche di tenuta al calore. Le flange saranno poi serrate con morsetti.

Per i condotti realizzati in pannelli di silicato di calcio dovrà essere particolarmente curata la realizzazione delle giunzioni fra i vari tronchi rettilinei di condotta e di questi con i vari pezzi speciali (curve, derivazioni, ecc.) con l'adozione di sigillanti adatti all'applicazione, che non compromettano le caratteristiche di tenuta al calore. Le giunzioni saranno poi protette con coprigiunti termoisolanti imbullonati e/o avvitati.

La sospensione delle condotte sarà ottenuta e realizzata mediante tiranti, infissi, ancorati alle strutture portanti a mezzo di tasselli ad espansione o similari e profilati in acciaio zincato con le modalità di posa in opera indicate nelle schede tecniche e nel manuale relativo alle modalità e caratteristiche di installazione della ditta produttrice delle condotte e/o del certificato di omologazione del sistema e secondo le migliori regole dell'arte.



### 2.20.2.9 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi o loro parti durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale e/o con l'impiego di teli di nylon accuratamente posizionati e fissati, così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quegli apparecchi o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però, una congrua riduzione del prezzo contrattuale dell'apparecchio (dovuta a tale inadeguata conservazione).

### 2.20.3 Prove, controlli e certificazioni

Tutti i materiali, i componenti e gli apparecchi, come già esposto, saranno dotati di marcatura CE, ai sensi della Direttiva Macchine e/o della Direttiva Prodotti da costruzione. Quando sia richiesta la marcatura CE ai sensi della Direttiva Macchine, detta marcatura, con la relativa certificazione, sarà a carico di:

Costruttore:

- nel caso l'apparecchio giunga in cantiere completo ed assemblato, corredato di tutta la parte elettrica, completamente cablata;
- nel caso l'apparecchio, pur se giunto in cantiere disassemblato, venga ivi assemblato e completato con tutta la parte elettrica, il tutto a cura del costruttore;

Appaltatore (installatore):

- nel caso l'apparecchio giunga (per qualsiasi motivo) in cantiere disassemblato e venga assemblato in cantiere a cura dell'installatore e/o la parte elettrica (compresi cablaggi) venga ivi eseguita sempre a cura dell'installatore: in tal caso casi il costruttore dovrà fornire solo l'allegato 2-B.

Quando invece sia sufficiente la marcatura ai sensi della Direttiva Prodotti da Costruzione, marcatura e certificazione saranno emessi dal produttore.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni delle apparecchiature che propone di installare e fornire la relativa certificazione di conformità (marcatura CE); nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

Inoltre, le centrali ed i componenti principali (come già esposto) saranno dotate di targa d'identificazione metallica con riportati in modo indelebile il nome del costruttore, la data di fabbricazione, il modello ed i dati prestazionali principali.

Infine, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di eseguire o far eseguire all'Appaltatore tutte le prove, le verifiche ed i controlli che riterrà opportuni su apparecchi particolarmente importanti già giunti in cantiere ed eventualmente anche installati: l'Appaltatore dovrà approvvigionare tutta

la strumentazione ed il personale tecnico necessari, il tutto sempre a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente. Naturalmente, qualora le prove, verifiche e controlli dessero risultati non conformi alle prescrizioni di progetto/contratto e/o della normativa, l'Appaltatore è tenuto (sempre a propria cura e spese e senza alcun onere per la Committente) a porre in essere tutti gli interventi necessari a ricondurre i risultati a conformità delle citate prescrizioni. Per tutte le apparecchiature e/o componenti che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

## 2.22 Strumentazione e apparecchi di misura

### 2.22.1 Caratteristiche tecniche generali

Tutti gli apparecchi saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi della Direttiva "MID" 2004/22/CE e del D.Lgs. 22/2007e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento: contatori acqua/contatori gas/contatori di energia elettrica/contatori di calore/analizzatori dei gas di scarico;
- essere adatti ad operare a contatto con i fluidi da contabilizzare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici, ambientali e di sicurezza (Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, Direttiva "MID" 2004/22/CE e D.Lgs. 22/2007, Direttiva PED 2014/68/UE, Direttiva "ATEX 137" 99/92/CE e Direttiva "ATEX 95" 94/9/CE (qualora richieste e/o necessarie), INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), D.Lgs. 81/2008, D.Lgs. 152/06, ecc.), e l'eventuale impiego a contatto e/o per il trasporto di fluidi ad uso potabile umano (D.Lgs. 174/2004, D.M. 25/2012, DL 31/01, ecc.);
- essere dotati, ove fisicamente possibile, di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove necessario e/o prescritto le principali caratteristiche tecniche.

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;

maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;

servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità.

### 2.22.2 Modalità di posa in opera

#### 2.22.2.1 Generalità

Tutti gli apparecchi dovranno essere installati osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la corretta funzionalità e la comodità di utilizzo dell'apparecchio, la sua accessibilità per manutenzione ordinaria e straordinaria; in ogni caso osservando tutte le prescrizioni della normativa vigente e le buone regole dell'arte.

Per molte delle strumentazioni descritte in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le

prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera di strumentazioni che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

In ogni caso gli apparecchi di misura e la strumentazione andranno posti in opera seguendo le indicazioni delle specifiche norme di riferimento (UNI – UNI EN – UNI EN ISO, ecc.) e del costruttore, nonché con le modalità di seguito riportate:

Gli strumenti a lettura diretta dovranno essere collocati in posizione tale che la lettura sia agevole, senza richiedere l'uso di dispositivi particolari;

Tutti gli strumenti, gli apparecchi, le sonde, ecc., dovranno essere collocati in modo tale da essere facilmente accessibili per controllo e/o manutenzione e da non creare intralcio all'accessibilità e/o manutenzione di parti o componenti dell'impianto servito;

Tutti gli strumenti, le sonde, ecc., dovranno essere collocati in posizione tale da evitare da un canto di subire gocciolamenti (particolarmente sulle parti elettriche, ove presenti) da parte di componenti dell'impianto anche e, d'altro canto, di essere essi stessi (attraverso i pozzetti e/o gli attacchi delle sonde o simili) causa di perdite di fluido o infiltrazioni d'acqua negli impianti;

In conseguenza di quanto sopra gli strumenti a bulbo o simile, collocati all'esterno, dovranno avere il bulbo (o simile) collocato e protetto in maniera adeguata ed essere essi stessi protetti in altrettanto adeguata maniera (ad esempio con "tettuccio" di protezione in plexiglas);

Nel caso di più strumenti montati su un unico componente/apparecchio o su componenti/apparecchi eguali, gli strumenti dovranno essere montati nello stesso modo, ben allineati ed ordinati.

#### 2.22.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente.

La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.22.3 **Prove, controlli e certificazioni**

In generale, tutta la strumentazione, ove fisicamente possibile, dovrà generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna o su una targa metallica ben fissata il nome del produttore (marca), il modello, i principali dati tecnici e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc. e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento.

Per tutti gli apparecchi l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.



Per gli apparecchi dotati obbligatoriamente di marchio CE dovrà essere prodotta la relativa certificazione e dichiarazione di conformità.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni degli apparecchi che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare quegli apparecchi e componenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla loro sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "*as built*".

La DL si riserva la facoltà di non accettare apparecchi di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare apparecchi di costruzione asiatica o simile.

## **2.24 Apparecchi e componenti di base per regolazione automatica**

### **2.24.1 Caratteristiche tecniche generali**

Tutti gli apparecchi saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:  
essere dotati di marcatura CE, corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità; il tutto ai sensi delle vigenti Direttive Comunitarie e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;

essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;

essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti energetici e di sicurezza: Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE (Direttiva “ATEX 137” 99/92/CE e Direttiva “ATEX 95” 94/9/CE) e/o norme INAIL (ex I.S.P.E.S.L.), D.Lgs. 81/2008, ecc.;

essere dotati, ove fisicamente possibile, di una targhetta metallica o adesiva riportante in modo chiaro ed indelebile il nome del costruttore, il modello e ove necessario e/o prescritto le principali caratteristiche tecniche e i dati prestazionali.

In molte delle descrizioni di Elenco Prezzi Unitari o Elenco Descrittivo delle Voci sono citate in dettaglio tutte le normative cui i singoli prodotti/macchinari devono essere conformi, e sulla base di quanto sopra, si intende che tale conformità/rispondenza è d'obbligo e che prodotti/apparecchiature non rispondenti saranno rifiutati.

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di altre condizioni previste in progetto;

maggiore resistenza ad elevate sollecitazioni meccaniche e termiche, urti accidentali ed eventuale corrosione da parte di fluidi aggressivi;

servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità.

### **2.24.2 Modalità di posa in opera per apparecchi e componenti di base per regolazione automatica**

#### **2.24.2.1 Generalità**

Tutte le apparecchiature/componenti dovranno essere installate osservando tutte le indicazioni del progetto e/o del costruttore in ordine a spazi di rispetto per la corretta funzionalità e la comodità di utilizzo dell'apparecchio, la sua accessibilità per manutenzione ordinaria e straordinaria; in ogni caso osservando tutte le prescrizioni della normativa vigente e delle buone regole dell'arte.

Per alcune apparecchiature/componenti descritti in precedenza alcune modalità di installazione sono già contenute nella relativa descrizione. Pertanto, nel presente capitolo vengono riportate, oltre le prescrizioni di carattere generale, solo le modalità di posa in opera che richiedono avvertenze o accorgimenti particolari.

#### 2.24.2.2 Modalità di posa in opera per apparecchiature/componenti di regolazione

In ogni caso gli apparecchi di andranno posti in opera seguendo le indicazioni delle specifiche norme di riferimento (UNI – UNI EN – UNI EN ISO, ecc.) e del costruttore, nonché con le modalità di seguito riportate:

Gli apparecchi con lettura e/o programmazione/taratura diretta dovranno essere collocati in posizione tale che le varie operazioni di impostazione parametri, funzioni, ecc., siano agevoli, senza richiedere l'uso di dispositivi particolari;

Tutti gli apparecchi ed i componenti di regolazione dovranno essere collocati in modo tale da essere facilmente accessibili per controllo e/o manutenzione e da non creare intralcio all'accessibilità e/o manutenzione di parti o componenti dell'impianto servito;

Tutti gli apparecchi ed i componenti di regolazione dovranno essere collocati in posizione tale da evitare da un canto di subire gocciolamenti (particolarmente sulle parti elettriche) da parte di componenti dell'impianto anche e, d'altro canto, di essere essi stessi (attraverso i pozzetti e/o gli attacchi delle sonde o simili) causa di perdite di fluido o infiltrazioni d'acqua negli impianti;

In conseguenza di quanto sopra gli strumenti a bulbo o simile, se collocati all'esterno, dovranno avere il bulbo (o simile) ubicato e protetto in maniera adeguata ed essere essi stessi protetti in altrettanto adeguata maniera (ad esempio con "tettuccio" di protezione in plexiglas);

Nel caso di più strumenti montati su un unico componente/apparecchio o su componenti/apparecchi eguali, gli strumenti dovranno essere montati nello stesso modo, ben allineati ed ordinati;

Non è ammesso il fissaggio di regolatori o simili direttamente ad unità terminali, condotte o simili, se non con apposite staffette, senza danneggiare in alcun modo componenti e/o parti di impianto;

Non è ammesso l'uso di collegamenti con cavi volanti o avvolti su tubazioni o simili: i cavi dovranno essere protetti entro cavidotti dedicati disposti in maniera ordinata e fissati secondo le buone regole dell'arte.

#### 2.24.2.3 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però, una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).

### 2.24.3 Prove, controlli e certificazioni

In generale, tutti gli apparecchi, ove fisicamente possibile, dovranno generalmente portare stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna o su una targa metallica ben fissata il nome del produttore (marca), il modello, i principali dati tecnici e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, di riferimento.

Per tutti gli apparecchi l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

Per gli apparecchi dotati obbligatoriamente di marchio CE dovrà essere prodotta la relativa certificazione e dichiarazione di conformità.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni degli apparecchi che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutti gli apparecchi e componenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla loro sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Tutti gli apparecchi di regolazione dovranno essere accuratamente messi a punto, tarati e provati dall'Appaltatore. La Direzione Lavori si riserva di eseguire o far eseguire dall'Appaltatore tutte le prove, verifiche e controlli che ritenga opportuni, con la presenza e collaborazione di personale tecnico specializzato messo a disposizione dell'Appaltatore stesso. Naturalmente, qualora venissero rilevati malfunzionamenti o simili, l'Appaltatore ha l'obbligo di porvi rimedio con la massima rapidità.

Per tutti gli apparecchi che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

La DL si riserva la facoltà di non accettare apparecchi di costruzione extra europea/USA, cioè di non accettare apparecchi di costruzione asiatica o simile.

## 2.25 Apparecchiature impianti elettrici di pertinenza degli impianti termomeccanici

### 2.25.1 Specifiche tecniche generali

#### 2.25.1.1 Limiti di fornitura

Oltre ai quadri elettrici "di bordo" di cui alcuni macchinari o componenti sono dotati, sono compresi nel progetto e nell'appalto anche tutti gli impianti elettrici a servizio degli impianti termomeccanici (sostanzialmente quelli a servizio delle centrali tecnologiche).

Per quanto attiene a detti impianti elettrici a servizio di quelli termomeccanici si dovrà intendere compreso nei limiti di fornitura degli impianti termomeccanici stessi, con tutti gli oneri relativi, quanto indicato di seguito (salvo non sia diversamente specificato in altra parte del presente elaborato o in altro elaborato di progetto):



- quadri elettrici di protezione, comando e controllo di utenze, apparecchi, macchine ecc. di pertinenza degli impianti termomeccanici;
- allacciamento di detti quadri alle linee di alimentazione in arrivo ad essi, derivate dagli impianti elettrici generali dell'edificio, con tutte le opere da eseguire sui quadri stessi per l'ingresso delle citate linee e per il raccordo dei relativi cavidotti protettivi;
- linee in cavo (compresi relativi cavidotti), o in condotto sbarra, in partenza dai quadri elettrici s.d. destinate ad interconnettere, sia per l'alimentazione elettrica di potenza, sia per i circuiti ausiliari di comando, misura, controllo e segnalazione ecc. tutte le macchine e le apparecchiature degli impianti termomeccanici alimentate dai quadri stessi, compresi anche eventuali sottoquadri, sempre alimentati dai primi;
- collegamenti equipotenziali di tutti i cavidotti metallici nel punto di ingresso del rispettivo locale eseguiti con cavo FG17 450/750 V o H07Z1-K Type 2 con guaina giallo-verde e con sezione di almeno 6 mm<sup>2</sup> provvisto alle estremità di capicorda ad occhiello fino alla sbarra di terra del quadro che alimenta le utenze del locale stesso;
- messa a disposizione su ciascun quadro, se non diversamente specificato di almeno un interruttore automatico magnetotermico differenziale bipolare (2x10A - I<sub>dn</sub> = 0,03A) per l'alimentazione dei circuiti luce e un interruttore automatico magnetotermico differenziale tetrapolare (4x16A – I<sub>dn</sub> = 0.03A) per l'alimentazione dei circuiti prese FM di servizio;
- sistema di controllo centralizzato degli impianti entro i limiti e le modalità precisate in altra parte del progetto;
- comando di emergenza, solo nel caso sia previsto il sezionamento dei circuiti di alimentazione di un sottoquadro oppure di utenze raggruppate sotto un unico interruttore derivati da uno dei quadri degli impianti termomeccanici;
- dispositivi di sezionamento per manutenzione di ogni apparecchio, macchina (anche se dotati di proprio quadro elettrico), alimentati da linea a 230/400V derivata dai quadri elettrici di competenza degli impianti termomeccanici.

Sarà invece da intendersi escluso quanto segue:

- le linee di alimentazione in arrivo ai quadri sopradetti derivate dagli impianti elettrici generali: restano però compresi negli impianti termomeccanici, come già esposto, gli allacciamenti di dette linee ai propri quadri, con tutti gli oneri connessi; o delle canalizzazioni protettive;
- la realizzazione dei circuiti prese FM di servizio e di illuminazione normale e di sicurezza dei locali. Anche in questo caso vale quanto detto in precedenza per allacciamenti e opere di ingresso nei quadri di cavi e tubi;
- la realizzazione degli impianti speciali eventualmente a servizio dei locali (rivelazione fumo, antintrusione, ecc.).

#### 2.25.1.2 Dimensionamenti

I dati riportati negli schemi elettrici unifilari dei quadri elettrici, in quanto desunti dalle caratteristiche di progetto delle apparecchiature (poiché non sono in questa fase note le reali caratteristiche delle apparecchiature che saranno effettivamente installate), dovranno intendersi come puramente indicativi per ciò che riguarda potenze elettriche, correnti, sezione e

formazione dei cavi, correnti nominali degli interruttori e degli altri apparecchi di comando e protezione, ecc...

Analogamente saranno da intendersi solo indicativi percorsi e dimensioni di tubi, canali e passerelle eventualmente riportati sulle planimetrie di progetto.

Sarà cura della ditta verificare questi dati dimensionali e, in funzione delle caratteristiche delle apparecchiature effettivamente installate, adeguarli alle reali caratteristiche delle stesse.

Ciò non potrà costituire motivo perché possano venire avanzate richieste di sovrapprezzi o maggiori compensi di sorta.

#### 2.25.1.3 Caratteristiche tecniche per quadri elettrici a servizio degli impianti termomeccanici

##### 2.25.1.3.1 Generalità

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere conformi alle norme:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113);
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114);
- CEI EN 60204-1 (per quadri automazione a bordo macchina).

Le apparecchiature montate nei quadri elettrici dovranno rispondere alle prescrizioni generali di seguito descritte e presentare caratteristiche tecniche conformi a quanto specificato nei disegni di progetto; dovranno in particolare possedere caratteristiche tecniche adeguate alle utenze da alimentare e dimensionate per i livelli di corto circuito previsti.

Tutti gli accessori utilizzati all'interno dei quadri (sbarre, attacchi, supporti isolanti, profilati, piastre, ecc.) dovranno essere prodotti standard realizzati dal costruttore dell'involucro; dovranno essere rispettate le modalità di installazione indicate dal costruttore stesso. Non saranno accettate soluzioni "artigianali".

Sulle porte e sui pannelli apribili potranno essere fissati solamente strumenti di misura, selettori di comando, lampade di segnalazione luminosa, che dovranno essere di tipo modulare, quadrati o rettangolari, con identificazione del servizio.

La posizione di pulsanti, selettori di comando, lampade, ecc., dovrà essere razionalmente studiata in base alla collocazione della relativa apparecchiatura controllata.

I quadri dovranno essere sempre dotati di pulsante per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione installate sui quadri stessi.

Ogni quadro dovrà essere predisposto in modo che al mancare ed al successivo ritorno della tensione di rete, le utenze prima alimentate possano riprendere in modo automatico il loro regolare funzionamento.

Il grado di protezione dei quadri elettrici dovrà essere non inferiore a quanto indicato negli schemi unifilari con minimo IP3X con porte chiuse e IP2X con porte aperte.

L'uscita e l'ingresso dei cavi nei quadri elettrici dovrà garantire il grado di protezione IP previsto utilizzando appositi accessori (pressacavo per ogni cavo ovvero moduli tipo Roxtec o equivalente approvato).

##### 2.25.1.3.2 Caratteristiche elettriche principali

- tensione di isolamento nominale: 660 V;
- tensione di esercizio: 400/230 V;
- frequenza nominale: 50 Hz;

- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti di potenza: 2500 V;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti ausiliari: 1500 V;
- corrente nominale di breve durata ammissibile per 1 secondo non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- corrente nominale di cresta ammissibile non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;
- apparecchiature dimensionate per una corrente di corto circuito non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto.

#### 2.25.1.3.3 Involucri in lamiera

I quadri elettrici di bassa tensione con involucri in lamiera dovranno essere realizzati, in generale, da scomparti prefabbricati con intelaiatura autoportante in lamiera di acciaio pressopiegata avente spessore minimo di 2 mm e pannelli di chiusura in lamiera di acciaio ribordata dello spessore di 1,5 mm e comunque sufficientemente robusta per sostenere le apparecchiature e per resistere alle sollecitazioni a cui sono sottoposti. Profilati e lamiere dovranno essere perfettamente protetti contro la ruggine e finemente verniciati a forno in tinta a scelta della DL.

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri dovranno risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

Gli scomparti dovranno essere affiancabili e componibili tra loro in modo da ottenere la configurazione richiesta.

La parte superiore e quella inferiore degli scomparti dovranno essere chiuse con lamiere asportabili, per permettere l'ingresso/uscita dei cavi indifferentemente dal basso o dall'alto.

Il collegamento tra parti fisse e parti mobili contenenti apparecchiature dovrà essere realizzato con cavetto flessibile, e particolare cura dovrà essere riservata in corrispondenza della parte rotante per evitare strappi o rotture. Si preferiscono morsetti componibili sia sulla parte fissa che su quella rotante.

I quadri dovranno essere realizzati in modo tale da permettere eventuali futuri ampliamenti ai lati, con l'aggiunta di ulteriori scomparti; per fare ciò, le estremità laterali dei quadri dovranno essere chiuse con pannelli asportabili in lamiera di acciaio, per renderne agevole l'ampliamento. Dovranno essere studiate e realizzate delle canalizzazioni ed aperture grigliate per la circolazione naturale dell'aria, in modo da garantire il mantenimento delle temperature interne entro i limiti imposti dalle norme CEI/IEC applicabili;

La viteria dovrà essere esclusivamente in acciaio inox con bulloni di tipo "autograffiante"; le viti di chiusura delle portine dovranno essere di tipo imperdibile con impronta a croce.

Le cerniere dovranno essere di tipo prefabbricato con elevato grado di robustezza e dovranno consentire l'apertura delle portine con angoli maggiori di 100°.

Le portine anteriori dovranno essere previste di guarnizioni di battuta e corredate di serratura di sicurezza unificata per tutti i quadri della fornitura; le portine incernierate dovranno avere almeno due punti di chiusura per altezze di 600 o 800 mm e almeno tre punti di chiusura per altezze maggiori di 800 mm.

#### 2.25.1.3.4 Involucri in materiale termoplastico

I quadri in materiale termoplastico isolante dovranno essere costruiti secondo criteri di robustezza meccanica sia nell'intelaiatura che nelle parti mobili, dovranno essere resistenti agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi e olii minerali), agli agenti atmosferici ed ai raggi UV.

Il materiale termoplastico dovrà essere autoestinguente secondo le norme UL 94 V-0 e UL 94 5VB e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 960 °C (prova del filo incandescente) secondo la norma CEI 89-12 (CEI EN 60695-2-10).

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri dovranno risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

#### 2.25.1.3.5 Sbarre e connessioni

In tutti i quadri elettrici di bassa tensione in cui siano previste connessioni con sbarre, queste dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico a spigoli arrotondati ed essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte.

Le sbarre devono essere ancorate e sostenute da supporti reggisbarre in materiale isolante tali da assicurare la tenuta agli sforzi elettrodinamici conseguenti alle correnti di guasto dell'impianto.

Le sbarre con portate maggiori di 250A saranno argentate o stagnate almeno nelle zone di connessione al fine di prevenire fenomeni di ossidazione.

Come minimo le sbarre saranno così dimensionate:

- sbarre principali, in base alla corrente nominale del quadro;
- sbarre di derivazione verticali facendo in base alla somma delle correnti nominali degli interruttori alimentati;
- sbarre di derivazione alle singole apparecchiature in base alla corrente nominale delle apparecchiature.

Le connessioni in cavo devono essere limitate al minimo indispensabile; in tutti i casi in cui sia possibile devono essere utilizzate sbarre.

La sequenza delle fasi deve essere, guardando il fronte del quadro, RSTN da sinistra a destra, dal fronte verso il retro e dall'alto verso il basso.

#### 2.25.1.3.6 Messa a terra

I quadri dovranno essere percorsi longitudinalmente o verticalmente da una sbarra di terra in rame, avente sezione minima pari a 125 mm<sup>2</sup> e comunque dimensionata sul valore delle correnti di guasto previste.

Le estremità della sbarra di terra dovranno essere dotate della possibilità di collegamento al dispersore di terra con conduttori aventi sezione fino a 120 mm<sup>2</sup>.

A tale sbarra dovranno essere collegati, in modo da garantire una efficace e sicura continuità elettrica, tutti gli elementi di carpenteria e i componenti principali del quadro. A tal riguardo i collegamenti dovranno essere completi di capocorda di tipo ad occhiello e realizzati con rondelle elastiche e bulloni.

I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>.



I quadri a cassetta per installazione a parete potranno essere dotati, in sostituzione della sbarra di terra, di adatti morsetti aventi superficie di contatto adeguata alle correnti di guasto previste.

#### 2.25.1.3.7 Interruttori automatici

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT potranno essere di tipo scatolato o modulare in versione rimovibile o fissa a seconda del tipo di utilizzazione previsto e della corrente nominale delle utenze da proteggere. La tipologia è in genere riscontrabile nei disegni di progetto.

Gli interruttori di tipo scatolato saranno normalmente previsti per portate uguali o superiori a 100 A e nei casi in cui sia necessario realizzare la selettività con interruttori modulari sui quadri a valle.

Gli interruttori di tipo modulare, con modulo 17,5 mm, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 60898-1(CEI 23-3/1) per usi domestici e simili, ove non diversamente specificato. Essi saranno impiegati per portate uguali o inferiori a 100 A per i circuiti che alimentano le utenze finali. L'esecuzione dovrà essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

La curva di intervento magnetotermico dovrà essere scelta in funzione del tipo di carico da alimentare.

Gli interruttori magnetotermici in generale dovranno sempre essere dotati di dispositivi di protezione su tutte le fasi.

Il conduttore di neutro dovrà essere interrotto e/o protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8; è da tenere presente che nel caso di adozione di un sistema tipo TN-C, il conduttore PEN non dovrà in alcun caso venire sezionato, né protetto.

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

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere tra loro intercambiabili.

#### 2.25.1.3.8 Interruttori differenziali

Gli interruttori differenziali saranno costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra, in genere da associare agli interruttori magnetotermici.

Gli interruttori differenziali dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61009.

Dovrà essere garantita la selettività di intervento differenziale tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle; a tale scopo la protezione differenziale dell'interruttore a monte dovrà avere una corrente di intervento almeno doppia di quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Per portate fino a 250A il dispositivo differenziale e l'interruttore automatico potranno essere integrati in un unico apparecchio, senza necessità di alimentazione ausiliaria esterna.

Per portate superiori ai 250A il dispositivo differenziale dovrà agire sullo sganciatore di apertura dell'interruttore automatico a cui risulta accoppiato. In tal caso il differenziale dovrà essere alimentato da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere.

Oltre che nei casi previsti dalle norme CEI applicabili e in quelli indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali dovranno anche essere previsti sempre nei sistemi TT e in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni indicate dalle norme CEI 64-8 o tramite interruzione automatica del circuito con intervento delle protezioni magnetotermiche.

Nei quadri secondari potranno essere utilizzati interruttori differenziali puri, senza protezione magnetotermica, a monte di gruppi di interruttori automatici relativi ad utenze omogenee; tali differenziali dovranno avere portata nominale non inferiore a 25A e dovranno risultare protetti dal dispositivo magnetotermico previsto a monte.

Tutti gli interruttori differenziali dovranno essere dotati di pulsante per la prova del circuito di scatto.

Nel caso di utilizzo di interruttori quadripolari per utenze tripolari, questi dovranno avere tutti i poli cablati a monte per garantire il funzionamento del test di prova differenziale.

#### 2.25.1.3.9 Contattori

I contattori dovranno essere adatti per categoria di impiego AC3, se utilizzati per avviamento di motori (carichi induttivi) o AC1 negli altri casi (carichi resistivi).

I contattori dovranno essere adatti per montaggio fisso entro quadri secondari e ad armadio, dotati di tutti gli accessori e contatti ausiliari necessari per la realizzazione degli schemi elettrici richiesti. Quando impiegati per avviamento motori, le loro caratteristiche elettriche dovranno essere coordinate con quelle dei motori da comandare, con quelle degli interruttori automatici o fusibili posti a monte e con i relé termici accoppiati.

#### 2.25.1.3.10 Relè termici

I relé termici per la protezione contro il sovraccarico dovranno essere tipicamente utilizzati in esecuzione fissa tripolare in serie ai contattori e agli interruttori automatici, con i quali devono essere coordinati, per i circuiti di avviamento motori.

I relé termici dovranno avere ampio campo di regolazione della corrente di intervento ed essere dotati di almeno due contatti ausiliari di scambio.

Il riarmo dei relé dovrà essere di tipo manuale.

I relé di tipo bimetallico dovranno essere compensati contro le variazioni di temperatura ambiente.

Per la protezione da motori con tempi di avviamento particolarmente lunghi dovranno essere impiegati relé termici per avviamento pesante.

#### 2.25.1.3.11 Interruttori automatici magnetotermici salvamotori

Le partenze con salvamotore potranno essere utilizzate per i circuiti di avviamento motori in alternativa all'impiego di interruttore magnetico / relé termico (con contattore), in accordo con i disegni di progetto.

I salvamotori dovranno essere costruiti secondo le norme CEI 17-50 (CEI EN 60947-4-1), CEI 17-44 (CEI EN 60947-1), CEI 17-5 (CEI EN 60947-2), CEI 17-11 (CEI EN 60947-3).

Le caratteristiche di tali dispositivi (tarature, campi di regolazione, ecc.) dovranno essere scelte con gli stessi criteri utilizzati nel caso di partenze motore con apparecchi separati.

Il coordinamento dovrà sempre essere di tipo 2, tale da assicurare le prestazioni nominali delle apparecchiature, dopo un guasto, senza che si renda necessario alcun intervento di manutenzione.

La protezione contro il corto circuito dovrà essere data dall'interruttore automatico che ha anche la protezione termica regolabile integrata.

Il salvamotore dovrà essere accessoriato con contatti per segnalazione a distanza di stati ed anomalia.

Il salvamotore dovrà essere in esecuzione adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

Quando è richiesta l'esecuzione di quadro tipo motor control center, il salvamotore dovrà essere inserito nel cassetto (fisso o estraibile) unitamente al contattore e dovrà avere la manovra dell'interruttore rinviata sul cassetto.

#### 2.25.1.3.12 Fusibili

I fusibili impiegati nei circuiti di potenza dovranno essere di tipo cilindrico o a coltello ad alto potere di interruzione, con elevate caratteristiche di limitazione della corrente di corto circuito presunta; la caratteristica di intervento dovrà essere adeguata al tipo di utenza da proteggere (motore o altro).

La corrente nominale dei fusibili dovrà essere scelta in base alle caratteristiche del motore o del carico da proteggere.

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

#### 2.25.1.3.13 Sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori

I sezionatori (di tipo sottocarico e a vuoto) dovranno essere in grado di resistere termicamente e dinamicamente alle correnti di guasto previste; a tale scopo dovrà esserci coordinamento tra interruttore magnetotermico a monte e sezionatore stesso.

#### 2.25.1.3.14 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classi di precisione adeguate ai carichi da alimentare.

I trasformatori di corrente dovranno avere custodia in materiale termoplastico autoestinguente ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

I trasformatori di tensione dovranno avere custodia metallica messa a terra ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

Tutti i trasformatori dovranno avere un morsetto secondario collegato a terra.

#### 2.25.1.3.15 Limitatori di sovratensione/scaricatori (SPD)

Ove previsti, gli scaricatori dovranno essere del tipo a spinterometro autoestinguente (scaricatori di sovracorrente in bassa tensione) ea varistore con ossido di zinco (scaricatori di sovratensione in bassa tensione); essi dovranno rispondere alle norme CEI EN 61643-11.

Gli scaricatori saranno in genere inseriti a valle degli interruttori o sezionatori generali e protetti da opportuni fusibili o interruttori automatici.

La sezione del conduttore di terra che collega ogni singolo scaricatore all'impianto di terra dovrà essere di almeno 16 mm<sup>2</sup>.

In ogni caso la sezione dei conduttori di cablaggio sugli scaricatori dovrà essere adeguata al livello di corrente di corto circuito nel punto di installazione.

I cablaggi tra gli scaricatori all'interno dei quadri elettrici dovranno evitare la realizzazione di "spire" tra il conduttore di terra e gli altri conduttori.

In presenza di elevato numero di armoniche, dovranno essere installati scaricatori di tipo a varistore.

Le caratteristiche di tensione, corrente ed isolamento sono riscontrabili nei disegni di progetto.

#### 2.25.1.3.16 Relè di protezione

I relè di protezione associati agli interruttori magnetotermici potranno essere di tipo elettromeccanico o elettronico, secondo quanto prescritto sui disegni di progetto.

Gli altri relè di protezione dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

#### 2.25.1.3.17 Strumenti di misura

Gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

I voltmetri dei quadri di bassa tensione potranno essere alimentati direttamente a 400 V.

Gli strumenti di misura dovranno essere di tipo digitale con visualizzazione numerica (e a barre per tensioni e correnti) e adatti per montaggio su barra DIN.

Le grandezze misurate dovranno indicare il "vero valore efficace" (true RMS).

#### 2.25.1.3.18 Inverter

Gli inverter, impiegati per l'azionamento a velocità variabile di motori asincroni trifasi (quando non installati all'origine direttamente a bordo dell'apparecchiatura servita), dovranno in genere essere alloggiati dentro i quadri di distribuzione delle rispettive utenze regolate, negli appositi scomparti predisposti, ovvero, a seconda di quanto richiesto e/o necessario, fuori di detti quadri. Gli inverter dovranno essere del tipo a codifica PWM vettoriale con controllo del vettore tensione, con frequenza regolabile in uscita da 5 a 60 Hz.

Gli inverter dovranno essere dotati di tastiera di comando e di programmazione e display di controllo, in grado di riportare i parametri e i codici di allarme. Dovranno inoltre essere dotati di funzione di riavvio dopo mancanza di alimentazione con possibilità di selezione.

Tutte le indicazioni riportate sul display dovranno essere in lingua italiana o comunque costituite da acronimi di inequivocabile significato.

Durante le operazioni di avvio e di arresto, gli inverter dovranno essere in grado di supportare le commutazioni del circuito motore. Tali commutazioni non dovranno provocare danni al variatore e non richiederanno la presenza di una logica di interblocco esterna.



I variatori di velocità dovranno essere forniti di filtri antidisturbo in ingresso ed in uscita, in modo che l'installazione e l'esercizio risultino conformi ai vigenti limiti di emissione e di immunità nel campo della compatibilità elettromagnetica.

Gli inverter dovranno avere contatti puliti per la segnalazione di:

anomalia generale, che cumulerà gli allarmi di sovratensione / sottotensione, guasto generale, corto circuito / sovracorrente, sovratemperatura, blocco motore;  
intervento protezione I<sup>2</sup>t.

Gli inverter dovranno essere dotati di morsetti per il collegamento a sonde di tipo PTC e per il collegamento del comando e della regolazione dalla unità periferica. Tale regolazione dovrà effettuarsi mediante segnali in corrente (0 ÷ 20 o 4 ÷ 20 mA) o in tensione (0 ÷ 10 V o 2 ÷ 10 V).

Caratteristiche tecniche:

frequenza regolabile in uscita: 5 ÷ 60 Hz;

grado di protezione: IP55;

temperatura ambiente di installazione: -20 °C / +60 °C .

#### 2.25.1.3.19 Apparecchiature ausiliarie

I quadri a servizio degli impianti termomeccanici dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per renderli completi e pronti al funzionamento anche se non indicati nei disegni di progetto.

In generale dovranno essere previsti:

- relè ausiliari;
- indicatori luminosi;
- commutatori e selettori di comando e di misura;
- pulsanti;
- resistenze anticondensa, comandate da termostati;
- ventilazione forzata in settori dei quadri dove siano presenti apparecchiature elettroniche di regolazione e controllo.

I dispositivi e le apparecchiature che devono essere visualizzati e manovrati dall'esterno dei quadri dovranno essere previsti per montaggio incassato sulle portelle, con grado di protezione minimo IP5X a porta chiusa e IP2X sui terminali posteriori.

#### 2.25.1.3.20 Collocazione di apparecchiature di regolazione

Quando richiesto dai disegni di progetto i quadri dovranno comprendere, oltre ai cubicoli di potenza, una colonna, o un cubicolo, o comunque lo spazio sufficiente per il contenimento delle apparecchiature di regolazione.

Salvo per i quadri bordo macchina e per i quadri di modeste dimensioni (a servizio di una sola macchina), i regolatori dovranno essere posti in una sezione del quadro completamente segregata elettricamente e meccanicamente (colonna a sé stante, cubicolo, sezione del quadro con proprio pannello di accesso).

Il cablaggio interno dei pannelli di regolazione dovrà essere realizzato con gli stessi criteri descritti in precedenza.

#### 2.25.1.3.21 Interblocchi

I quadri dovranno essere dotati di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

Tutti i blocchi a chiave dovranno essere realizzati in modo tale che l'estrazione della chiave mantenga le apparecchiature bloccate nella posizione in cui si trovano.

Le sequenze di manovra e il tipo dei blocchi meccanici dovranno essere sottoposti per approvazione alla DL.

L'accoppiamento delle chiavi di interblocco dovrà essere effettuato mediante inanellamento saldato tale da garantire l'impossibilità di disaccoppiare le chiavi stesse.

#### 2.25.1.3.22 Cablaggi interni

Tutti i conduttori di cablaggio dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo FG17 450/750 V dimensionati per la portata nominale delle apparecchiature.

I conduttori dei circuiti in partenza e in arrivo dovranno essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e in modo che possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori dovranno essere collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza dovranno essere posti entro canaline in PVC autoestinguenti, esenti da emissioni tossiche, non igroscopiche, traforate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature dovrà essere numerato mediante anellino segnafile.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro dovranno far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, adeguate alle sezioni dei cavi collegati e dotate di cartellini di numerazione.

Tutti i segnali in arrivo da apparecchiature fuori quadro dovranno far capo a relé ausiliari con zoccolo in esecuzione estraibile e morsetti di collegamento anteriori.

#### 2.25.1.3.23 Circuiti ausiliari

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione e misura all'interno dei quadri, dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo FG17 450/750 V, di sezione adeguata, posati su cavidotti in materiale termoplastico, riuniti a fascio. Dovranno essere alimentati in bassissima tensione c.a., tramite trasformatore di sicurezza.

La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale  $I_n$  dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque inferiore a 4 A/mm<sup>2</sup>.

Per i diversi circuiti dovranno comunque essere impiegate le seguenti sezioni minime:

- circuiti amperometrici: 4 mm<sup>2</sup>;
- circuiti voltmetrici: 2,5 mm<sup>2</sup>;
- circuiti di comando e segnalazione: 1,5 mm<sup>2</sup>;
- circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiature: 1 mm<sup>2</sup>.

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

Le estremità dei conduttori dovranno essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati.

#### 2.25.1.3.24 Morsettiere

Le morsettiere dovranno essere di tipo componibile con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, installate su guida DIN e opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; l'eventuale suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori.

Le morsettiere ausiliarie per circuiti voltmetrici e amperometrici dovranno essere rispettivamente, di tipo sezionabile e cortocircuitabile, riunite in appositi complessi protetti da schermo in resina trasparente.

Le morsettiere dovranno essere accessibili con quadro in servizio.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione dell'alimentazione ausiliaria a 230V c.a. dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Dovrà essere previsto un numero di morsetti ausiliari disponibili in quantità pari al 10% di quelli utilizzati.

Sui quadri che alimentano unità di trattamento aria (UTA), dovrà essere predisposta in morsettiera la possibilità di effettuare l'arresto di tutti i ventilatori tramite un comando proveniente dalla centralina rilevamento incendio.

#### 2.25.1.3.25 Predisposizioni per controllo DDC centralizzato impianti (ove previsto)

In tutti i casi in cui sia prevista l'installazione di un sistema DDC centralizzato per la gestione ed il controllo degli impianti, dovranno essere sempre riportati alle morsettiere dei quadri elettrici contatti di scambio senza tensione e dispositivi per segnalazione, comando e allarme, come di seguito descritto e comunque rilevabile dai disegni di progetto. Sopra le morsettiere dovrà essere previsto uno spazio utile di 30 cm a disposizione per eventuali apparecchiature. Per tutte le utenze gestite dal sistema centralizzato dovranno essere adottati selettori a tre posizioni ("manuale – 0 – automatico") installati sul fronte del quadro e inseriti sui circuiti ausiliari di comando dei rispettivi contattori di linea. Per le utenze (gestite dal sistema centralizzato) dotate di proprio quadro elettrico "di bordo" e quindi sprovviste di contattore di linea sul quadro elettrico di distribuzione generale, non vi sarà il selettore a tre posizioni ed il sistema centralizzato agirà direttamente sul quadro di bordo, che dovrà essere predisposto in tal senso. Per le utenze monofase di piccola potenza, non dotate di teleruttore sul quadro, il selettore potrà agire direttamente sul circuito di potenza.

Ferme restando le indicazioni riportate negli altri elaborati in merito alle definizioni e alle quantità dei punti controllati da remoto, per ogni quadro dovranno essere previste le predisposizioni per il riporto a distanza di almeno le seguenti indicazioni:

- rilievo della posizione dei selettori "manuale-0-automatico" e di tutti i selettori "locale/remoto";
- segnalazione di stato di tutti gli interruttori automatici, inclusi quelli per protezione motori;
- segnalazione marcia-arresto per ogni utenza;
- segnalazione di allarme termico scattato per ogni utenza;
- segnalazione di avaria dell'inverter, quando presente;
- segnalazione intervento protezione I2t inverter, quando presente.

#### 2.25.1.3.26 Materiali isolanti

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici dovranno essere di tipo autoestinguente, esenti da emissioni tossiche, non igroscopici, ad elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali e all'invecchiamento.

#### 2.25.1.3.27 Accessori

I quadri dovranno essere dotati almeno dei seguenti accessori:

- lampade di segnalazione di tipo led, ovvero complessi di segnalazione a led pre-assemblati, completi delle varie segnalazioni di stato, allarme, ecc. relative alle varie apparecchiature; la superficie di emissione dovrà essere  $> 100 \text{ mm}^2$  con un angolo di emissione di almeno  $140^\circ$ ;
- schema elettrico, schema funzionale e schema topografico con l'indicazione delle zone d'impianto custoditi in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro;
- targa di identificazione del quadro posta sulla parte superiore del quadro stesso;
- targa del costruttore completa dei dati richiesti dalle norme CEI EN 61439-2 e fissate con viti e/o rivetti;
- targhette di identificazione delle utenze in alluminio, ovvero in materiale plastico autoestinguente, con scritte pantografate inserite su apposite guide porta etichette in plastica o magnetiche (tipo Italfit  $h \geq 15 \text{ mm}$  o equivalenti) fissate con viti zincate o in nylon sul fronte del quadro; eventuali spazi vuoti dovranno essere completati con targhette senza scritte in modo da evitare la possibilità di scorrere lungo le guide;
- (eventuali) targhe di istruzione e/o di indicazione di pericolo con dicitura o simbologia di colore nero o rosso su fondo giallo, fissate sopra ogni schermatura e/o pannello di protezione contro contatti diretti su parti in tensione;
- golfari di sollevamento.

#### 2.25.1.3.28 Riserva

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni interne e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20%.



#### 2.25.1.3.29 Marchature

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marchature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art.3 ed essere del seguente tipo: targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro;

anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;

cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

#### 2.25.1.3.30 Trattamento delle superfici e verniciatura dei quadri in lamiera

Tutte le superfici metalliche dei quadri dovranno essere opportunamente trattate e verniciate in modo da resistere all'usura del tempo e alle condizioni ambientali del luogo di installazione. In particolare dovrà essere adottato il seguente ciclo:

- lavaggio;
- fosfatazione;
- asciugatura;
- verniciatura con applicazione elettrostatica di smalto in polvere termoindurente, con spessore minimo di 60 micron;
- polimerizzazione in forno.

L'appaltatore potrà proporre il proprio ciclo di verniciatura, anche se diverso da quello prescritto, sottoponendolo all'approvazione da parte della DL.

Il colore finale dovrà essere concordato con la DL sulla base delle tabelle di codifica RAL.

#### 2.25.1.4 Caratteristiche tecniche per quadri di bordo macchina

Per quadri di bordo macchina si intendono i quadri, installati all'origine direttamente dal costruttore su macchine particolari (quali ad esempio, UTA, gruppi refrigeratori, gruppi pompe, ecc.) e forniti con le medesime, contenenti i dispositivi di protezione, comando e controllo per tutte le apparecchiature e la strumentazione a servizio della sola macchina servita.

Tali quadri, realizzati nel rispetto delle caratteristiche costruttive generali indicate in precedenza, dovranno avere:

- un interruttore generale con blocco porta o con microinterruttore, tale da impedire l'accesso all'interno con quadro di tensione;
- cablaggio interno ordinato, con siglatura cavi e morsetti, con capicorda, con canalette di contenimento dei cavi, ecc.;

- grado di protezione minimo IP54, comprese le feritoie per ingresso/uscita cavi eventualmente realizzato con pressacavi oppure con chiusure tipo CF Frame Roxtec o equivalenti;
- identificazione colori conduttori e borchie luminose secondo le specifiche precedenti.

I quadri relativi a pompe di sollevamento, trattamento acqua od in generale collocati in ambienti umidi e/o bagnati dovranno essere del tipo in resina, resistente agli urti ed agli agenti chimici.

#### 2.25.1.5 Caratteristiche tecniche per cavi

##### 2.25.1.5.1 Generalità

I cavi utilizzati negli impianti elettrici per termomeccanici dovranno essere di primaria marca.

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

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori dovrà essere pari all'80% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI-UNEL per le condizioni di posa stabilite;
- la massima caduta di tensione a valle del quadro generale fino all'utilizzatore più lontano dovrà essere minore del 4%, salvo i valori prescritti per impianti particolari;
- la massima caduta di tensione ammessa ai morsetti di utenze motore, dovrà essere pari al 5% nel funzionamento continuo a pieno carico e del 15% in fase di avviamento;
- dovrà essere verificata la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

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

- 1 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione ed assimilabili;
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti luce ed ausiliari;
- 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti FM.

I colori dei cavi di energia, dovranno essere i seguenti:

- fase R:nero
- fase S:grigio
- fase T:marrone
- neutro:azzurro
- terra :giallo verde

Non sarà ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo verde per nessun altro servizio, nemmeno per gli impianti ausiliari.

##### 2.25.1.5.2 Designazione dei cavi

Negli schemi elettrici, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

- cavo FG17 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez.1,5 mmq, tensione nominale 450/750 V;

- cavo FG16R 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez.10 mmq, tensione nominale 0,6/1 kV;

#### 2.25.1.5.3 Tipologia dei cavi

Il tipo di cavi da impiegare per la realizzazione dei collegamenti fra i quadri degli impianti termomeccanici e le utenze che questi devono alimentare (compresi eventuali sottoquadri) è indicato negli schemi unifilari dei quadri stessi.

Se non indicato diversamente dovranno essere utilizzati i seguenti tipi di cavi:

- cavo FG17 o H07Z1-K Type 2 per i collegamenti protetti entro tubazioni e canali in PVC;
- cavo FG16OM1 0.6/1 kV negli altri casi e nella posa entro tubi interrati o entro canali metallici o su passerelle metalliche;
- cavo FG7OH2R+T per i collegamenti da inverter a motore.

Per la posa all'esterno fissa, permanente o temporanea, sono ammessi solo i cavi FG16 e analoghi nel caso di cavi schermati; non sono ammessi in alcun caso cavi tipo FROR.

Oltre alle linee di alimentazione delle varie utenze dovranno essere previste anche le linee di collegamento a organi di controllo quali termostati, pressostati, ecc., le linee di collegamento ad apparecchiature di regolazione quali valvole a solenoide, valvole motorizzate ecc., tutte le linee in arrivo o in partenza da eventuali moduli di regolazione o analoghe.

#### 2.25.1.6 Caratteristiche tecniche per passerelle e canali portacavi

##### 2.25.1.6.1 Generalità

Passerelle e canali dovranno essere costituiti da elementi componibili in lamiera zincata, così che la loro messa in opera non richieda operazioni di saldatura, ma solo tagli e forature.

Tutti i pezzi speciali (curve, incroci, derivazioni, riduzioni, setti separatori, ecc.) dovranno essere di tipo prefabbricato con le stesse caratteristiche dei tratti rettilinei.

I sostegni dovranno essere di tipo prefabbricato, di materiale e con zincatura conforme alla passerella o canale; dovranno essere sempre previsti nei punti di diramazione, dove iniziano i tratti in salita o in discesa e alle estremità delle curve. I sostegni dovranno assicurare ai canali una completa rigidità in tutti i sensi e non dovranno subire né forature, né altra lavorazione dopo il trattamento di protezione superficiale.

La viteria e bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio inossidabile con testa a goccia e sottotesta quadra; si esclude l'uso di rivetti. Non sarà consentito l'uso di viti autofilettanti o precarie molle esterne.

Per la separazione tra reti diverse dovranno essere usati divisori in lamiera di acciaio posti su tutta la lunghezza della canalizzazione, comprese le curve, le salite e discese, gli incroci e le derivazioni; i divisori dovranno essere provvisti di forature o asolature idonee per il fissaggio ai canali ma non dovranno presentare aperture sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno avere i bordi ripiegati privi di parti taglienti; il fissaggio alla passerella dovrà avvenire per incastro o tramite ganci di chiusura innestati sul coperchio.

La zincatura non dovrà presentare macchie nere, incrinature, vaiolature, scaglie, grumi, scorie o altri analoghi difetti.

##### 2.25.1.6.2 Caratteristiche meccaniche di passerelle e canali in acciaio

Le passerelle e i canali in acciaio dovranno avere valori di resistenza meccanica non inferiori a quelli indicati in tabella, definiti come carico minimo ammesso in DaN/m (DecaNewton/metro) (valori misurati per una freccia massima di 1/200 della portata intermedia, giunzione ad 1/5 della campata) misurata in conformità alle relative norme di prodotto:

| Larghezza (mm)                                                                         | 50-75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Passerella in acciaio zincato con fondo chiuso, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m | 135   | 135 | 145 | 150 | 180 | 190 | 195 | 200 |
| Passerella in acciaio zincato con fondo forato, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m | 135   | 135 | 145 | 150 | 180 | 190 | 195 | 200 |
| Passerella in acciaio zincato a rete, altezza 50 mm, luce tra sostegni 1,5 m           | 16    | 16  | 25  | 35  | 60  | 90  | 90  | 110 |
| Passerella in acciaio zincato a rete, altezza 100 mm, luce tra sostegni 1,5 m          |       | 40  | 55  | 75  | 110 | 110 | 130 | 130 |
| Passerella in acciaio inox con fondo chiuso, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m    | 145   | 160 | 195 | 205 | 230 | 245 |     |     |
| Passerella in acciaio inox con fondo forato, altezza 75 mm, luce tra sostegni 1,5 m    | 135   | 140 | 170 | 180 | 210 | 225 |     |     |

La resistenza agli urti di tutte le tipologie di passerelle dovrà essere maggiore di 20 J a temperatura ambiente di 20 °C ± 5.

#### 2.25.1.6.3 Caratteristiche elettriche di passerelle e canali in acciaio

Le passerelle e i canali in acciaio dovranno avere continuità elettrica garantita dal costruttore con resistenza elettrica (a 12V c.a. max 50Hz, 25A): ≤ 0,005 ohm al metro e ≤ 0,05 ohm in corrispondenza alla giunzione.

#### 2.25.1.7 Caratteristiche tecniche per tubi protettivi

##### 2.25.1.7.1 Generalità

I tubi protettivi, di qualunque materiale siano, dovranno essere espressamente prodotti per impianti elettrici e dovranno risultare privi di sbavature alle estremità e privi di asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne.

I tubi dovranno avere idonei raccordi di giunzione ed accessori, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

Tubi protettivi dovranno sempre essere utilizzati per l'ultima parte dei collegamenti delle macchine e, in particolare dei motori. Dovranno essere impiegati tubi flessibili in PVC plastificato



ad alto spessore con spirale in PVC e accessori tali da garantire un grado di protezione non inferiore a IP44 ovvero tubi flessibili di acciaio ricoperto in PVC.

#### 2.25.1.7.2 Diametri minimi delle tubazioni per la distribuzione terminale

Nelle tabelle che seguono sono indicati i diametri minimi delle tubazioni in funzione del tipo e del numero di cavi posati all'interno.

Cavi unipolari in PVC tipo FS17 e FG17

| sezione<br>nominale<br>cavo | Ø tubo PVC<br>pieghevole |    |    |    |    | Ø tubo PVC rigido |    |    |    |    | Ø tubo PVC<br>filettabile |    |    |    |    |
|-----------------------------|--------------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|---------------------------|----|----|----|----|
|                             | 20                       | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                | 25 | 32 | 40 | 50 | 20                        | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 1.5                         | 7                        | 9  |    |    |    | 9                 |    |    |    |    | 8                         | 9  |    |    |    |
| 2.5                         | 4                        | 8  | 9  |    |    | 7                 | 9  |    |    |    | 5                         | 8  | 9  |    |    |
| 4                           | 3                        | 5  | 9  | 9  |    | 5                 | 8  | 9  |    |    | 4                         | 7  | 9  | 9  |    |
| 6                           | 1                        | 3  | 5  | 9  | 9  | 2                 | 4  | 8  | 9  |    | 1                         | 3  | 7  | 9  |    |
| 10                          | 1                        | 1  | 4  | 7  | 9  | 1                 | 3  | 5  | 8  | 9  | 1                         | 1  | 5  | 8  | 9  |
| 16                          |                          | 1  | 2  | 5  | 8  | 1                 | 1  | 4  | 7  | 8  | 1                         | 1  | 3  | 5  | 9  |
| 25                          |                          | 1  | 1  | 3  | 5  | 1                 | 1  | 1  | 4  | 5  | 1                         | 1  | 1  | 3  | 5  |
| 35                          |                          | 1  | 1  | 1  | 4  | 1                 | 1  | 1  | 3  | 4  |                           | 1  | 1  | 2  | 4  |
| 50                          |                          |    | 1  | 1  | 2  |                   | 1  | 1  | 1  | 2  |                           | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 70                          |                          |    | 1  | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                           |    | 1  | 1  | 1  |
| 95                          |                          |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                           |    | 1  | 1  | 1  |
| 120                         |                          |    |    | 1  | 1  |                   |    | 1  | 1  | 1  |                           |    |    | 1  | 1  |
| 150                         |                          |    |    | 1  | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |                           |    |    | 1  | 1  |
| 185                         |                          |    |    |    | 1  |                   |    |    | 1  | 1  |                           |    |    |    | 1  |
| 240                         |                          |    |    |    | 1  |                   |    |    |    | 1  |                           |    |    |    | 1  |

Cavi unipolari in gomma tipo FG16R o FG16M1 0,6/1kV

| sezione nominale<br>cavo | Ø tubo PVC<br>pieghevole |   |   |   |   | Ø tubo PVC<br>rigido |   |   |   |   | Ø tubo PVC<br>filettabile |   |   |   |   | Ø tubo<br>metallico |   |   |   |   |
|--------------------------|--------------------------|---|---|---|---|----------------------|---|---|---|---|---------------------------|---|---|---|---|---------------------|---|---|---|---|
|                          | 2                        | 2 | 3 | 4 | 5 | 2                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 2                         | 2 | 3 | 4 | 5 | 2                   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.5                      | 1                        | 1 | 3 | 7 | 9 | 1                    | 2 | 5 | 8 | 9 | 1                         | 1 | 4 | 7 | 9 | 1                   | 2 | 4 | 8 | 9 |
| 2.5                      | 1                        | 1 | 3 | 5 | 9 | 1                    | 1 | 4 | 7 | 9 | 1                         | 1 | 4 | 7 | 9 | 1                   | 1 | 4 | 7 | 9 |
| 4                        | 1                        | 1 | 2 | 4 | 8 | 1                    | 1 | 3 | 7 | 9 | 1                         | 1 | 3 | 5 | 9 | 1                   | 1 | 3 | 5 | 9 |
| 6                        | 1                        | 1 | 1 | 4 | 7 | 1                    | 1 | 3 | 5 | 8 | 1                         | 1 | 2 | 4 | 8 | 1                   | 1 | 3 | 5 | 8 |
| 10                       | 1                        | 1 | 1 | 3 | 5 | 1                    | 1 | 1 | 4 | 7 | 1                         | 1 | 1 | 3 | 7 | 1                   | 1 | 1 | 4 | 7 |
| 16                       |                          | 1 | 1 | 1 | 4 | 1                    | 1 | 1 | 3 | 5 |                           | 1 | 1 | 2 | 5 | 1                   | 1 | 1 | 3 | 5 |
| 25                       |                          | 1 | 1 | 1 | 3 |                      | 1 | 1 | 1 | 4 |                           | 1 | 1 | 1 | 3 |                     | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 35                       |                          |   | 1 | 1 | 2 |                      | 1 | 1 | 1 | 3 |                           |   | 1 | 1 | 3 |                     | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 50                       |                          |   | 1 | 1 | 1 |                      |   | 1 | 1 | 1 |                           |   | 1 | 1 | 1 |                     |   | 1 | 1 | 1 |
| 70                       |                          |   |   | 1 | 1 |                      |   | 1 | 1 | 1 |                           |   | 1 | 1 | 1 |                     |   | 1 | 1 | 1 |
| 95                       |                          |   |   | 1 | 1 |                      |   |   | 1 | 1 |                           |   |   | 1 | 1 |                     |   |   | 1 | 1 |
| 120                      |                          |   |   |   | 1 |                      |   |   | 1 | 1 |                           |   |   | 1 | 1 |                     |   |   | 1 | 1 |
| 150                      |                          |   |   |   | 1 |                      |   |   | 1 | 1 |                           |   |   |   | 1 |                     |   |   | 1 | 1 |
| 185                      |                          |   |   |   | 1 |                      |   |   |   | 1 |                           |   |   |   | 1 |                     |   |   |   | 1 |
| 240                      |                          |   |   |   |   |                      |   |   |   | 1 |                           |   |   |   | 1 |                     |   |   |   | 1 |

Cavi multipolari in gomma tipo FG16OR o FG16OM1 0,6/1kV

| sezione nominale<br>cavo | Ø tubo PVC<br>pieghevole | Ø tubo PVC<br>rigido   | Ø tubo PVC<br>filettabile | Ø tubo<br>metallico    |
|--------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|
|                          | 2 2 3 4 5<br>0 5 2 0 0   | 2 2 3 4 5<br>0 5 2 0 0 | 2 2 3 4 5<br>0 5 2 0 0    | 2 2 3 4 5<br>0 5 2 0 0 |
| 2x1,5                    | 1 1 2 4                  | 1 1 1 3 5              | 1 1 2 5                   | 1 1 1 3 5              |
| 3x1,5                    | 1 1 1 4                  | 1 1 1 3 5              | 1 1 2 4                   | 1 1 1 3 5              |
| 4x1,5                    | 1 1 1 3                  | 1 1 2 4                | 1 1 1 4                   | 1 1 2 4                |
| 5x1,5                    | 1 1 2                    | 1 1 1 3                | 1 1 1 3                   | 1 1 1 3                |
| 2x2,5                    | 1 1 1 3                  | 1 1 1 2 4              | 1 1 2 4                   | 1 1 1 2 3              |
| 3x2,5                    | 1 1 1 3                  | 1 1 2 4                | 1 1 1 4                   | 1 1 2 3                |
| 4x2,5                    | 1 1 2                    | 1 1 1 3                | 1 1 1 3                   | 1 1 1 3                |
| 5x2,5                    | 1 1 1                    | 1 1 1 3                | 1 1 2                     | 1 1 1 3                |
| 2x4                      | 1 1 1 3                  | 1 1 1 4                | 1 1 1 3                   | 1 1 1 3                |
| 3x4                      | 1 1 1 2                  | 1 1 1 3                | 1 1 1 3                   | 1 1 1 3                |
| 4x4                      | 1 1 1 1                  | 1 1 1 2                | 1 1 2                     | 1 1 1 2                |
| 5x4                      | 1 1 1                    | 1 1 1                  | 1 1 1                     | 1 1 1                  |
| 2x6                      | 1 1 1                    | 1 1 1 3                | 1 1 2                     | 1 1 1 2                |
| 3x6                      | 1 1 1                    | 1 1 2                  | 1 1 1                     | 1 1 2                  |
| 4x6                      | 1 1 1                    | 1 1 1                  | 1 1 1                     | 1 1 1                  |
| 5x6                      | 1 1                      | 1 1 1                  | 1 1 1                     | 1 1 1                  |
| 2x10                     | 1 1 1                    | 1 1 1                  | 1 1 1                     | 1 1 1                  |
| 3x10                     | 1 1                      | 1 1 1                  | 1 1 1                     | 1 1 1                  |
| 4x10                     | 1 1                      | 1 1 1                  | 1 1                       | 1 1 1                  |
| 5x10                     | 1 1                      | 1 1                    | 1 1                       | 1 1                    |

#### 2.25.1.8 Cassette e contenitori

##### 2.25.1.8.1 Generalità

Le cassette dovranno essere utilizzate per la giunzione di cavi, per la derivazione di un ramo di linea da una linea principale, oppure come “rompitratta”, per permettere il passaggio dei cavi per tratti lunghi e per repentini cambi di direzione.

Le cassette dovranno essere largamente dimensionate in modo da renderne facile e sicura la manutenzione.

Tutte le cassette dovranno avere il coperchio fissato con viti.

Le cassette dovranno avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

##### 2.25.1.8.2 Cassette e scatole in materiale termoplastico

I contenitori dovranno essere di materiale termoplastico pesante di tipo autoestinguente ottenuti in unica fusione ed avere accessori e guarnizioni che garantiscano il grado di protezione e la classe d'isolamento prescritti e che comunque non diminuiscano il livello di tensione d'isolamento dei cavi.

Dovranno poter contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi.

Le viti di fissaggio dovranno poter essere alloggiare in opportune sedi.

#### 2.25.1.8.3 Cassette e scatole metalliche

Le cassette metalliche dovranno essere di costruzione robusta; per la prova di tenuta agli urti saranno considerate "a rischio di pericolo meccanico elevato".

Le superfici interne dovranno essere trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

L'interno delle cassette dovrà avere opportune predisposizioni (perni filettati, profilati speciali, contropiastre, ecc.) per il montaggio delle apparecchiature.

Le cassette dovranno inoltre essere dotate all'interno e all'esterno di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> per l'attacco di terra esterno e 2,5 mm<sup>2</sup> per quello interno.

Nel caso di cassette in lamiera di acciaio inox, i morsetti (completi di viti di fissaggio in acciaio) dovranno essere saldati alla cassetta stessa. Inoltre dovranno essere provviste di alette o piedini esterni per il fissaggio ai sostegni.

Non si dovranno effettuare forature o lavorazioni dopo il trattamento di protezione superficiale. Nell'eventualità di ulteriori lavorazioni si dovrà ripristinare la protezione con verniciatura adeguata.

#### 2.25.1.8.4 Cassette e scatole metalliche resistenti al fuoco

Le cassette di derivazione resistenti al fuoco dovranno garantire la continuità di esercizio della linea per almeno 2 ore a 750°C.

Le cassette dovranno essere di costruzione metallica con superfici interne trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

I pressacavi dovranno essere di tipo metallico in numero tale da consentire l'ingresso e uscita di conduttori senza effettuare forature o lavorazioni in cantiere.

#### 2.25.1.8.5 Coperchi e guarnizioni di cassette

I coperchi dovranno essere rimovibili a mezzo di attrezzo, fissati per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica per consentire l'apertura a cerniera del coperchio, ovvero in acciaio inox o in ottone, salvo deroghe concesse dalla DL, disposti in maniera idonea ad assicurare una compressione uniforme su tutti i lati del coperchio.

Le guarnizioni dovranno essere del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

#### 2.25.1.8.6 Morsettiere di derivazione all'interno di cassette

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere dovranno essere in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili (tranne per le cassette di derivazione resistenti al fuoco), mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali dovranno essere in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie.

Nelle cassette resistenti al fuoco, le morsettiere interne dovranno essere di tipo ceramico e complete di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> per l'attacco di terra esterno e 2,5

mm2 per quello interno; inoltre dovranno essere corredate di portafusibile di tipo ceramico completo di fusibile sul conduttore di fase derivato.

In ogni caso il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori.

I morsetti di terra e di neutro dovranno essere contraddistinti con apposite targhette.

Ove espressamente richiesto le derivazioni potranno essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante.

Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che ivi saranno attestati.

#### 2.25.1.9 Sezionamento per manutenzione

In prossimità di ciascuna macchina (o quadro elettrico di macchina) che richiede un'alimentazione a 230/400V dovrà essere collocato un interruttore non automatico – sezionatore onnipolare per consentire di operare in sicurezza per qualsiasi intervento di manutenzione.

L'apparecchio, per quanto possibile, dovrà essere di tipo rotativo in scatola isolante, con grado di protezione non inferiore a IP44 e dovrà essere saldamente fissato a parete o su una robusta intelaiatura metallica di supporto eseguita con profilati di acciaio zincato a fuoco per immersione. Per quanto riguarda il coordinamento delle protezioni fra i sezionatori e i dispositivi a monte (interruttori automatici o fusibili) dovranno essere presentate le tabelle di coordinamento prodotte dai costruttori.

#### 2.25.1.10 Comando di emergenza

Dovrà essere previsto per tutti i locali adibiti a centrale termica, frigorifera o di trattamento dell'aria e dovrà consentire l'interruzione di tutti i conduttori attivi destinati ad alimentare le utenze elettriche all'interno dei detti locali o relativi a linee elettriche transitanti nei locali.

Il comando dovrà essere tale che l'interruzione dell'alimentazione avvenga con un'unica azione. Come specificato precedentemente la predisposizione del comando di emergenza rientrerà fra gli oneri degli impianti termomeccanici solo quando il comando riguarda le utenze raggruppate sotto un interruttore di un quadro degli impianti termomeccanici, oppure le utenze di un sottoquadro di questi impianti.

Il comando di emergenza dovrà essere eseguito, a seconda dei casi, con le seguenti modalità: sottoquadro: con un interruttore non automatico – sezionatore posto sulla linea di alimentazione del sottoquadro, ovvero con un pulsante di sgancio agente sull'interruttore in partenza della linea stessa;

- utenze raggruppate sotto un unico interruttore: con un pulsante di sgancio agente sull'interruttore stesso;
- apparecchi, macchine ecc. in parte alimentati da circuiti normali e in parte da circuiti privilegiati: con un solo pulsante di sgancio agente sugli interruttori che raggruppano i due tipi di utenza.

Gli apparecchi impiegati per realizzare il comando avranno le seguenti caratteristiche:



contenitore di tipo sporgente, di colore rosso, realizzato in lamiera di acciaio zincato e verniciato oppure in materiale isolante, dotato di portina, incernierata con possibilità di chiusura a chiave e con vetro frangibile antischeggia;

- grado di protezione non inferiore a IP55;
- martelletto con catenella e targa con scritta esplicativa concordata con la DL e incisa con pantografo;
- interruttore non automatico di tipo modulare, onnipolare in modo da sezionare tutti i conduttori attivi, montato su guida ad omega unificata;
- pulsante di tipo a fungo di colore rosso su fondo di contrasto.

L'azione del pulsante dovrà essere a sicurezza positiva con sganciatore di minima tensione (da utilizzare però in presenza di sorgente di alimentazione ausiliaria che eviti interventi intempestivi in caso di interruzioni di rete) oppure con comando a lancio di corrente e relè di controllo permanente dello stato del circuito di sgancio in modo da conseguire il grado di sicurezza equivalente previsto dalle norme.

La segnalazione di un'eventuale anomalia dovrà riportata in luogo presidiato.

Non sarà ammesso che l'anomalia venga segnalata con lampada al neon connessa ai morsetti del contatto del pulsante.

#### 2.25.1.11 Motori elettrici

I motori elettrici di trascinamento di pompe e ventilatori (anche per UTA, gruppi refrigeratori, torri evaporative, ventilconvettori, ecc.) dovranno essere del tipo ad alta efficienza con classe di efficienza IE3 (salvo che non sia accettata espressamente una classe inferiore) secondo la classificazione del CEMEP – Comitato Europeo Costruttori Macchine Rotanti e Elettronica di potenza.

Se non indicato diversamente, i motori dovranno essere del tipo con grado di protezione meccanica minimo pari generalmente ad IP44 (Norme IEC, 144). Essi dovranno essere avvolti con materiali isolanti in classe E oppure F, secondo quanto richiesto e/o necessario, e dovrà inoltre esserne curata la protezione termica in base alle specifiche condizioni di esercizio.

### 2.25.2 **Modalità di posa in opera**

#### 2.25.2.1 Quadri elettrici

##### 2.25.2.1.1 Generalità

I quadri di bassa tensione dovranno essere installati secondo le istruzioni del costruttore; dovranno essere installati addossati a parete con completa accessibilità per le operazioni di manutenzione, e con sufficiente circolazione dell'aria.

Le altezze di installazione, rispetto al pavimento, delle apparecchiature all'interno dei quadri devono rispettare, nei limiti del possibile, le seguenti indicazioni:

- strumenti di misura: max 2 m;
- dispositivi di manovra: tra 0,8 e 1,6 m;
- morsettiere: min 30 cm.

I quadri e tutti i loro componenti dovranno essere installati in modo tale da evitare reciproche influenze con altre apparecchiature, che possano determinare declassamenti.

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni:

- installazione: all'interno;
- ambiente: normale;
- temperatura ambiente massima: 40°C;
- temperatura ambiente minima: -5°C;
- umidità relativa: 50% a 40°C.

#### 2.25.2.1.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti gli apparecchi durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici; anche dopo la posa in opera è onere ed obbligo dell'Appaltatore la loro protezione, che può essere tolta solo in occasione di prove o collaudi (per essere poi immediatamente ripristinata) e, alla fine, all'atto della consegna delle opere alla Committente. La Direzione Lavori non accetterà apparecchi o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.25.2.2 Cavi

##### 2.25.2.2.1 Generalità

La posa dei cavi dovrà essere eseguita seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I cavi potranno essere installati secondo le modalità di posa previste dalla norma CEI 64-8. In particolare, dovrà essere rispettato quanto descritto nel seguito.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie. Saranno ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata; non saranno accettate giunzioni nelle passerelle portacavi.

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

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

##### 2.25.2.2.2 Posa dei cavi entro passerelle e canali

I cavi entro passerelle o canali dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; particolare attenzione dovrà essere posta per cavi disposti a strato o a fascio che dovranno avere sezioni simili o adiacenti (cioè aventi le sezioni dei conduttori comprese entro tre sezioni adiacenti unificate in rispondenza all'art. 4.2 della tabella CEI-UNEL 35024/1).

Cavi di sezione diversa dovranno essere opportunamente separati da una distanza pari ad almeno:

- due volte il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi unipolari;
- una volta il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi multipolari.

Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi dovranno essere di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

#### 2.25.2.2.3 Siglatura

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente, in modo da consentirne l'individuazione. La sigla dovrà riportare il numero di identificazione del circuito.

Le siglature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art.3, e realizzate con anelli o tubetti porta-etichette, oppure tubetti pre-siglati o termorestringenti.

Le siglature dovranno essere applicate su entrambe le estremità.

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

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

siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;

siglatura della fase (RSTN), sul singolo conduttore e sul morsetto.

#### 2.25.2.2.4 Connessioni terminali

Le connessioni terminali dei cavi comprenderanno la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti.

Le terminazioni dovranno essere di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Nel caso di cavi multipolari, la guaina dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

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

#### 2.25.2.3 Passerelle e canali portacavi

##### 2.25.2.3.1 Generalità

Il montaggio di passerelle e canali dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I collegamenti tra i vari elementi di passerella o canale dovranno essere realizzati con giunti fissati con viti; non sono accettate saldature.

Tutti gli eventuali tagli effettuati su passerelle e canali metallici non dovranno presentare sbavature e parti taglienti; dopo le lavorazioni di taglio o foratura, si dovrà provvedere a ripristinare il tipo di zincatura o verniciatura adeguata e proteggere eventualmente il taglio con guarnizioni opportune.

Nel caso di passerelle in filo d'acciaio le parti tagliate dovranno essere ripristinate con dei punti di saldatura e successivamente ripristinato il tipo di zincatura o verniciatura; inoltre i bordi dovranno essere mantenuti per tutto lo sviluppo. Non è pertanto consentita la rimozione degli stessi in alcun caso (curve, sormonti, derivazioni, calate, incroci, ecc.).

I fori e le asolature effettuate sulle passerelle e sui canali per l'uscita dei cavi verso le cassette di derivazione, dovranno essere opportunamente rifiniti con passacavi in gomma o guarnizioni in materiale isolante.

Gli eventuali spigoli vivi dovranno essere smussati o protetti in modo da evitare di danneggiare le guaine dei cavi, in particolare durante la posa.

Le staffe e le mensole dovranno essere opportunamente dimensionate con i canali supposti con il massimo contenuto consentito di cavi; a tal fine si dovranno presentare alla DL, prima della loro installazione, i calcoli atti a stabilire il tipo di mensole e la loro interdistanza. In ogni caso l'interdistanza massima consentita sarà di 2 m e comunque tale che la freccia d'inflessione non risulti superiore a 5 mm.

Il collegamento tra supporti e passerelle dovrà essere realizzato con viti e dadi; non sono accettate saldature.

Ove previsto le cassette di derivazione dovranno essere fissate preferibilmente sull'ala della passerella o canale.

Dovrà essere sempre garantita la continuità elettrica delle passerelle metalliche.

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

Se installati sotto pavimento galleggiante, passerelle e canali dovranno essere distanziati dal pavimento grezzo di almeno 20 mm.

Le passerelle e i canali dovranno essere posati in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi, e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

Le passerelle dovranno essere dotate di coperchio nei seguenti casi:

passerelle installate in zone di passaggio ad altezza inferiore ai 3 m

in tutti i casi indicati sui documenti e disegni di progetto.

Dove si rendano necessarie più passerelle o canali, nella loro posa in opera si dovrà rispondere a particolari requisiti tecnici, quali la distanza tra loro (tra due canalette sovrapposte non dovrà essere inferiore a 200 mm) e l'agevole posa dei cavi.

Le passerelle e i canali dovranno essere contrassegnati, almeno ogni 5 m e in corrispondenza dei cambi di percorso, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrine in alluminio



verniciato o PVC colorato fissabili ad incastro sul fondo o sul bordo dei canali, per l'individuazione delle varie reti, secondo la codifica utilizzata per i restanti impianti elettrici. Le targhette o le piastrelle dovranno avere una superficie visibile di almeno 5000 mm<sup>2</sup> (dim. 100x50 mm).

#### 2.25.2.4 Tubi protettivi

##### 2.25.2.4.1 Generalità

Il montaggio dei tubi dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I tubi dovranno essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti.

All'interno degli edifici i tubi dovranno essere messi in opera parallelamente alle strutture, sia sui piani orizzontali che su quelli verticali (non saranno ammessi percorsi diagonali).

Le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali, comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti.

Per qualsiasi tipo di posa dovrà essere prevista in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori dai tubi in qualunque momento; si dovranno installare cassette rompitratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 10 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione).

Tutta la raccorderia dovrà essere del tipo a pressatubo o filettata a seconda dei casi.

I cambi di direzione dovranno essere eseguiti preferibilmente con curve rigide ovvero con curve pieghevoli di produzione standard, costituite da uno spezzone di guaina completo di raccordi per tubo; non saranno in nessun caso ammesse curve ispezionabili ad angolo ristretto e nemmeno piegature del tubo se non in casi eccezionali da definire in sede di DL e per angoli superiori a 170°. I raccordi tubo-guaina dovranno garantire un diametro interno costante per tutta la lunghezza del cavidotto.

La curvatura dei tubi non dovrà mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore.

Le giunzioni tubo-cassetta dovranno essere effettuate con raccordi predisposti allo scopo atti a garantire il grado di protezione richiesto; non saranno ammesse guarnizioni, passacavi concentrici, flessibili del tipo "ad incisione" ovvero combinazioni di ghiera e contro-ghiera. Il fissaggio del raccordo sulla parete interna della cassetta dovrà essere garantito da una ghiera di tenuta; non sarà ammessa la raccorderia flessibile o con innesto a scatto.

In ogni caso non sarà ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

Non sarà ammesso utilizzare lo stesso tubo per cavi con servizi diversi e con tensione di riferimento differente.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi dovrà essere di 16 mm.

I diametri indicati nei documenti di progetto con un solo numero si riferiscono al diametro esterno.

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

Non si dovrà transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

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

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili o doppi manicotti.

#### 2.25.2.4.2 Posa in opera di tubi pieghevoli in materiale isolante

Per le tubazioni pieghevoli in materiale isolante non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

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

Nella posa in vista e nei controsoffitti i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1 m. Le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette dovranno avvenire attraverso appositi raccordi idonei al grado di protezione IP richiesto.

L'uso di tubi pieghevoli, nella posa in vista, sarà in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

#### 2.25.2.4.3 Posa in opera di tubi rigidi in materiale isolante

Il fissaggio in vista alle pareti dei tubi rigidi in materiale isolante dovrà essere eseguito impiegando cavallotti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto.

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

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

#### 2.25.2.4.4 Posa in opera di tubi rigidi in materiale metallico

I tubi metallici dovranno essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

I sostegni dovranno essere dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

La messa in opera di cavidotti metallici dovrà assicurarne la continuità elettrica per l'intero percorso.

Nel caso di impiego di tubi metallici con cavi a semplice isolamento, dovrà essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico dovrà essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

#### 2.25.2.5 Cassette e contenitori

##### 2.25.2.5.1 Generalità

Il montaggio delle cassette dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

Le cassette dovranno essere montate in posizione accessibile; il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo. Lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, anche dimensionati per sostenere la cassetta.

Particolare cura dovrà essere posta per l'ingresso e l'uscita dei tubi, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole infilaggio dei conduttori.

Non sarà ammesso collegare o far transitare nella stessa cassetta conduttori anche della stessa tensione, ma appartenenti ad impianti o servizi diversi (luce, FM, ausiliari, telefono).

In alcuni casi, dove espressamente citato, una cassetta potrà essere utilizzata per più circuiti; dovranno essere previsti in tal caso scomparti separati. Il contrassegno sul coperchio dovrà essere applicato per ogni scomparto della cassetta.

Tutte le cassette dovranno essere contrassegnate in maniera ben visibile con etichette adesive in tela plastificata (dim. 14x19 mm, ovvero 22x40 mm) indicanti il circuito di appartenenza e poste per quanto possibile sul fianco della cassetta, in linea o in prossimità delle condutture in ingresso; diversamente dovranno essere contrassegnate sul retro del coperchio qualora sussistano fattori estetici o finiture delle superfici che rivestano carattere artistico.

Le connessioni e i cavi all'interno delle cassette non dovranno occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Nella posa ad incasso dovrà in ogni caso essere allineato il filo inferiore di tutte le cassette installate nel medesimo ambiente.

Nel caso vengano incassate scatole di derivazione o cassette in pareti REI, si dovrà inserire fra nicchia e scatola una protezione antincendio certificata costituita da un foglio isolante a base di alluminio e gel (o equivalente), per ripristinare il grado di protezione REI delle parete stessa.

Le cassette (e i relativi accessori) incassate in pareti con proprietà di isolamento acustico, dovranno anch'esse avere proprietà analoghe di fonoassorbimento, e devono essere concordate con la DL.

#### 2.25.2.5.2 Collegamento alla rete di protezione e collegamenti equipotenziali

I quadri, le parti metalliche delle centrali, le tubazioni, i canali metallici e tutte le altre masse dovranno essere collegate alla rete generale di protezione dell'edificio secondo le prescrizioni di Legge e delle Norme CEI.

Ogni conduttura o tubazione o canale metallico, convogliante aria, acqua, gas o altri fluidi, in partenza o in arrivo dalle centrali, dovrà essere collegata alla rete di protezione (sbarra di terra del quadro) il più vicino possibile al punto di ingresso nel locale.

Tubazioni e canali non potranno essere usati come conduttori equipotenziali; il conduttore equipotenziale dovrà cioè essere portato, fino a ciascun tubo e/o canale da collegare.

I collegamenti equipotenziali saranno eseguiti con cavo FG17 450/750 V o H07Z1-K Type 2 con guaina giallo-verde e con sezione di almeno 6 mm<sup>2</sup> provvisto alle estremità di capicorda ad occhiello.

Le connessioni equipotenziali ai tubi saranno realizzate utilizzando collari in zama o acciaio zincato oppure fascette stringi tubo in ottone o bronzo nichelato.

I collegamenti ai canali saranno eseguiti con bulloni in acciaio zincato.

### 2.25.3 Prove, controlli e certificazioni

#### 2.25.3.1 Generalità

In linea di massima, le procedure da rispettare saranno le seguenti:

- Prove di accettazione presso il costruttore
- Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
- l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.

Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

#### 2.25.3.2 Quadri elettrici

##### 2.25.3.2.1 Prove di accettazione presso il costruttore

Le prove in officina presso il Costruttore dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dalle norme di prodotto. L'Appaltatore dovrà avvisare la Stazione Appaltante circa la data di effettuazione delle prove la quale si riserverà il diritto di presenziare alle prove stesse.

Dovranno essere eseguite le seguenti prove di accettazione:

- conformità al progetto;
- verifica dati di targa e caratteristiche nominali;
- esame a vista per quanto riguarda:
- tipologia e classificazione del quadro;
- grado di protezione esterno (incluso il fondo) e interno (tra le celle);
- protezione contro i contatti diretti e indiretti;
- provvedimenti contro il guasto interno;
- verifica cablaggio (tipologia dei conduttori e delle morsettiere);



- verifica serraggio conduttori;
- identificazione delle apparecchiature interne, dei conduttori, dei terminali e delle morsettiere;
- identificazione e segnalazione di apparecchi che possono mantenere cariche pericolose dopo il loro sezionamento;
- provvedimenti per una corretta aerazione delle apparecchiature di protezione;
- verifica delle sezioni sbarre, conduttori, giunzioni, isolatori, ecc.;
- verifica delle tarature interruttori e fusibili di protezione;
- verifica dimensionale (conformità ai disegni costruttivi);
- esame a vista dei collegamenti di terra;
- verifica funzionale degli interblocchi meccanici;
- prova di tensione applicata a frequenza industriale del circuito principale;
- prova di tensione applicata dei circuiti ausiliari e di comando;
- verifica dei limiti di sovratemperatura;
- prove di funzionamento meccanico;
- prova dei dispositivi ausiliari elettrici:
- circuiti di apertura e chiusura;
- carica molle (eventuale);
- lettura e controllo strumentazione;
- protezioni;
- verifica cablaggio contatti ausiliari;
- verifica interblocchi elettrici;
- verifica segnalazioni luminose di "stato" e di "allarme";

verifica di continuità del circuito di protezione e relativo dimensionamento.

Quando richiesto dagli altri documenti di progetto, dovranno inoltre essere eseguite le seguenti prove di tipo indicate su almeno un quadro:

- verifica della tenuta al corto circuito;

Il collaudo in officina dovrà essere documentato da un certificato allegato ad ogni quadro elettrico che attesti le prove effettuate e i relativi risultati.

Inoltre, l'Appaltatore dovrà fornire le certificazioni attestanti il superamento, da parte di una apparecchiatura di analoghe caratteristiche, delle prove di tipo previste dalle norme.

#### 2.25.3.2.2 Prove di accettazione in cantiere

Tutti i quadri di elettrici consegnati in cantiere dovranno essere provvisti di certificato di collaudo in officina che attesti le prove e la verifica delle prestazioni richieste indicate negli elaborati di progetto. La presenza di tale documento è una delle condizioni essenziali per l'accettazione in cantiere. Copie dei certificati dovranno essere consegnate alla DL mentre gli originali dovranno essere conservati dall'installatore e consegnati con la documentazione finale di tutti gli impianti. Prima della fase di accettazione dovranno essere eliminate tutte le anomalie eventualmente riscontrate nel collaudo in officina che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere. Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame della documentazione redatta dal costruttore;

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato dell'apparecchiatura con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili quali ammaccature e aggiustamenti non conformi a quanto esaminato o precedentemente concordato con il costruttore.

#### 2.25.3.2.3 Prove e controlli iniziali

Dopo la posa in opera e prima della messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

esame a vista per quanto riguarda:

- l'assenza di danneggiamenti;
- la corretta identificazione dell'apparecchiatura;
- il corretto collegamento dei circuiti di potenza e ausiliari completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
- la pulizia da polvere e rimasugli di lavorazione in ogni parte interna ed esterna dell'apparecchiatura;
- prova di tenuta in tensione alla frequenza industriale (qualora il quadro sia stato riassembleato a seguito del trasporto in cantiere);
- prova di tenuta di tutti i serraggi e collegamenti di potenza e ausiliari;
- esame e regolazione delle tarature dei dispositivi di protezione di ciascun interruttore sulla base degli assorbimenti di corrente delle apparecchiature installate a valle ovvero della relazione di calcolo sulle linee;
- analisi della selettività dei dispositivi di protezione.

Successivamente alla messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- funzionamento delle segnalazioni ottiche;
- funzionamento degli ausiliari;
- prova di sgancio di emergenza (ove presente);
- verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali alla corrente di guasto  $I_{dn}$ ;
- verifica di congruità con gli schemi costruttivi.

#### 2.25.3.2.4 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

#### 2.25.3.3 Cavi

##### 2.25.3.3.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;

esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

#### 2.25.3.3.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

esame a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- la separazione, ove prevista, di circuiti con tensioni non compatibili ovvero funzioni diverse, nel rispetto della normativa e delle prescrizioni di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti;
- il corretto collegamento dei circuiti completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;

prova di tenuta di tutti i serraggi e connessioni;

verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale U0/U: 450/750 V: 500 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 0,5 MΩ;

verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV: 1000 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 1 MΩ;

Successivamente alla alimentazione e messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

misure di impedenza dell'anello di guasto e relativi valori di corrente di c.to c.to effettuate sia sul quadro generale di BT che a valle dei circuiti più rappresentativi definiti dalla DL e nelle diverse condizioni di alimentazione (da rete normale e da rete di emergenza);

verifica di rispondenza dei circuiti alle denominazioni presenti nei quadri elettrici.

#### 2.25.3.3.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

Qualora i canali fossero verniciati con polveri in resina epossidica, dovranno essere corredati di idonee aree di collegamento, opportunamente contrassegnate, esenti da verniciatura, onde poter effettuare il collegamento equipotenziale e garantire la continuità metallica.

La verniciatura dei componenti zincati dovrà essere effettuata dopo aver trattato gli stessi con una doppia mano di fondo di "aggrappante"; la verniciatura finale dovrà essere poi effettuata con una doppia mano di prodotto a base di resine epossidiche con il colore che sarà concordato in sede di DL.

Il dimensionamento delle passerelle e dei canali dovrà essere studiato in relazione ai quantitativi di cavi da posare.

#### 2.25.3.4 Passerelle e canali portacavi

##### 2.25.3.4.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;  
esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

#### 2.25.3.4.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

esame a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
- l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
- l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;
- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.

Successivamente alla installazione dovrà essere effettuata una verifica della continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.

#### 2.25.3.4.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

#### 2.25.3.5 Tubi protettivi

##### 2.25.3.5.1 Prove di accettazione in cantiere

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;  
esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

##### 2.25.3.5.2 Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

esame a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
- l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
- l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;



- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.

Successivamente alla installazione dovrà essere effettuata una verifica della continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.

#### 2.25.3.5.3 Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

### 2.26 **Tracciamento termico delle condotte/tubazioni e relativo valvolame**

#### 2.26.1 **Caratteristiche tecniche generali**

##### 2.26.1.1 Generalità

Tutti i componenti utilizzati per il tracciamento termico di tutte quelle tubazioni/condotte compreso il valvolame che debbano convogliare un fluido la cui temperatura debba essere mantenuta ad un valore prestabilito o non scendere al di sotto di un valore prestabilito saranno delle migliori marche presenti sul mercato e dovranno:

- essere dotati di marcatura CE, in tutti i casi in cui la legislazione vigente lo prevede e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità o prestazione; il tutto ai sensi del "Regolamento 305/2011/UE" per quanto applicabile e (ove esistenti) delle rispettive disposizioni legislative di recepimento;
- essere adatti ad operare nelle condizioni di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- essere costruiti, testati, provati in conformità alle norme specifiche di prodotto nazionali ed europee (UNI – UNI EN – CEI per le eventuali parti elettriche – ISO, ecc.), nonché e soprattutto quelle riguardanti gli aspetti di sicurezza, gli aspetti energetici ed ambientali (ad esempio: Direttiva PED 2014/68/UE, Direttiva bassa tensione 2006/95/CE, Direttiva compatibilità elettromagnetica EMC 2004/108/CE, D.Lgs. 81/2008; ecc.).

La scelta dovrà essere effettuata con priorità, a pari importanza, per:

- qualità dei materiali di costruzione e prestazioni tecniche a parità di pressione e temperatura di esercizio previste in progetto;
- maggiore resistenza alle sollecitazioni meccaniche e dilatazioni termiche;
- servizio di assistenza efficiente presente sul posto o in prossimità

##### 2.26.1.2 Tracciamento di condutture con tubazioni di acqua calda

La presente procedura fornisce le direttive da seguire nell'installazione sistemi di tracciamento termico delle condutture mediante tubazioni di acqua calda. Le tubazioni da tracciare dovranno essere già state controllate e testate per la pressione di lavoro prima della posa della linea tracciante. Vengono nel seguito elencate le principali prescrizioni:

- La dimensione del tubo tracciante sarà atta a mantenere la temperatura richiesta alla linea tracciata;
- La tubazione tracciante non andrà avvolta alla tubazione tracciata per ottenere più superficie scaldante per metro di lunghezza (vedi fig. 1). Per ottenere il massimo dall'energia trasferita, il tubo tracciante dovrà essere posto sotto la tubazione

tracciata e ben a contatto con essa (vedi fig. 2);

Figura 1

- La tubazione tracciante sarà fissata alla tubazione principale con robuste cinghie di nylon per cavi oppure cinghie in acciaio per mantenere il contatto superficiale con la tubazione da riscaldare (vedi fig. 2). Il passo fra le cinghie non deve superare i 600 mm;

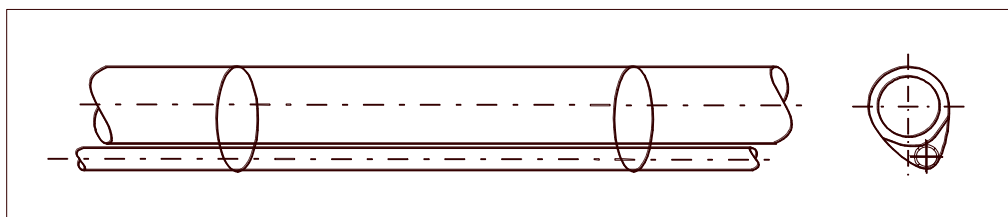
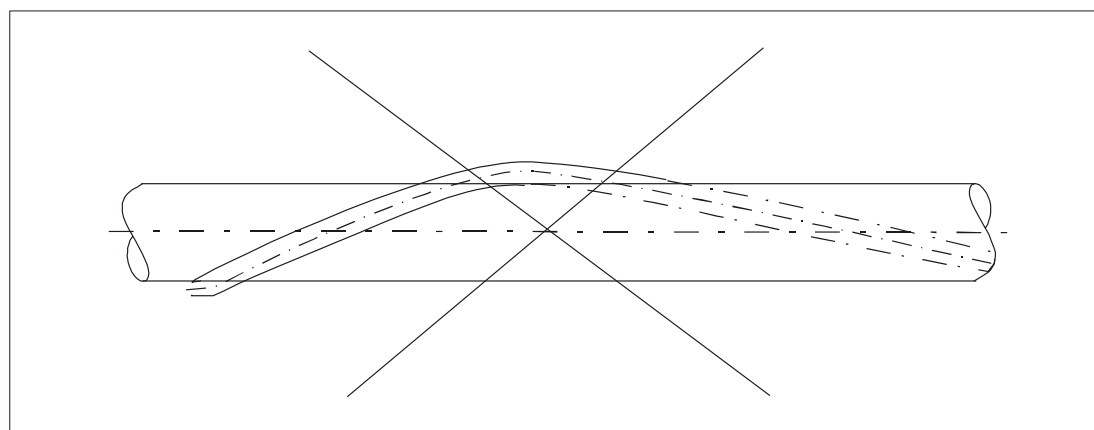


Figura 2

- Tubazione da riscaldare e tubazione tracciante non dovranno essere fissate in modo rigido una all'altra;
- Materiale tipico per tubazione tracciamento termico è rame ricotto, dimensione tipica



solo 12 mm per piccola tubazione;

- In corrispondenza a valvole e flange il tubo tracciante sarà riportato fuori dalla tubazione principale per permettere la sostituzione di guarnizioni e per ordinaria manutenzione (fig. 3);

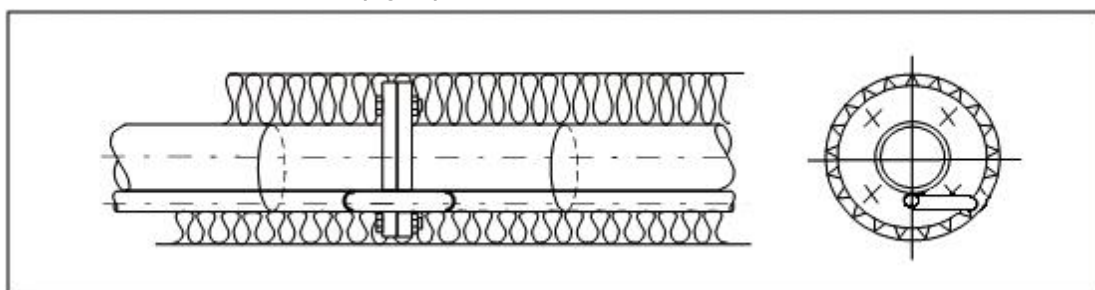


Figura 3

- Non lasciare che materiale di isolamento si frapponga tra la tubazione di tracciamento termico e la tubazione da tracciare;

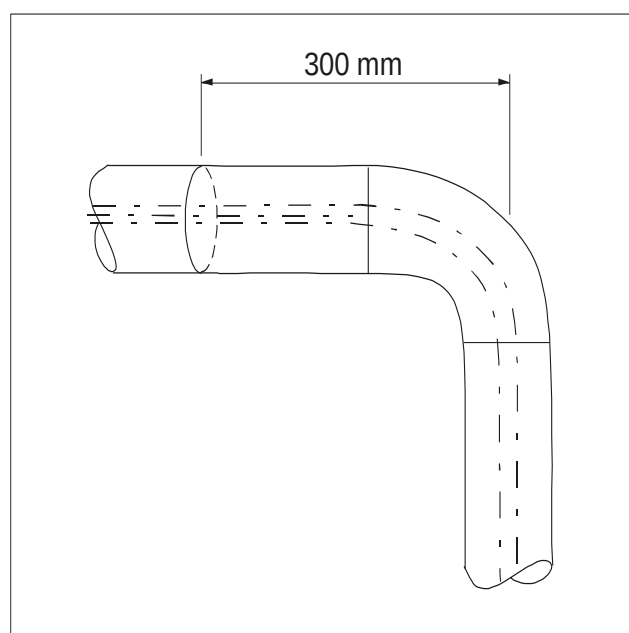


Figura 4

- Se la tubazione principale non ha abbastanza curve per consentire la dilatazione termica, sarà necessario realizzare degli anelli con la tubazione di tracciamento per consentire la dilatazione. Non legare le tubazioni una all'altra nelle curve, lasciare almeno 300 mm di spazio (vedi fig. 4);
- Le linee tracciate saranno evidenziate in modo chiaro, indicando da dove la linea arriva e dove prosegue, la rispettiva valvola nel collettore (ove prevista) andrà evidenziata nello stesso modo: ciò per facilitare le operazioni di riparazione e/o manutenzione.

NOTA: non installare tubazione di tracciamento termico in modo tale che lo stesso circuito scaldante risulti a servizio di due reti di tubazioni convoglianti fluidi di caratteristiche diverse.

#### 2.26.1.3 Tracciamento di condutture con cavi scaldanti elettrici autoregolanti

La presente procedura fornisce le direttive da seguire nell'installazione di cavi elettrici scaldanti di tipo autoregolante su tubazioni o altri componenti convoglianti o contenenti fluidi, allo scopo di evitare formazioni di ghiaccio o mantenere costante un valore prefissato di temperatura del fluido. Per installazioni specifiche vanno comunque controllate le informazioni della casa costruttrice.

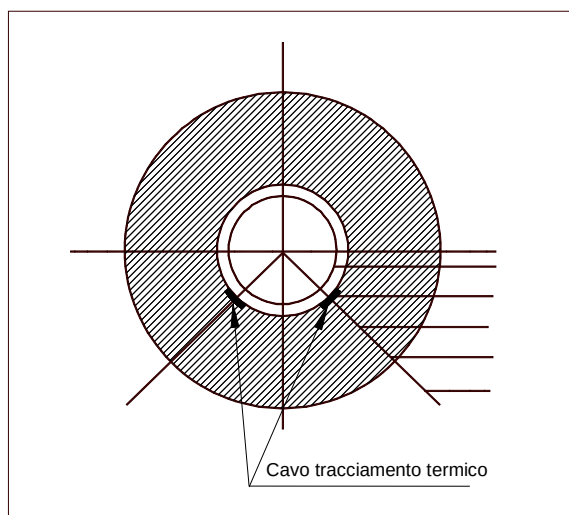
Le tubazioni da tracciare dovranno essere già state preventivamente testate per la pressione e controllate prima della posa in opera del cavo; se verniciate, la vernice dovrà essere completamente asciutta prima della posa del cavo. La superficie esterna della tubazione dovrà anch'essa essere pulita.

Vengono nel seguito elencate le principali prescrizioni:

- Le linee di tracciamento tracciate saranno evidenziate in modo chiaro, indicando da dove la linea arriva e dove prosegue; la rispettiva valvola nel collettore (ove prevista) andrà evidenziata nello stesso modo: ciò per facilitare operazioni di riparazione e/o manutenzione;
- Se è previsto un solo cavo per tubazione, esso sarà installato sotto la tubazione;
- Se vi sono più cavi, essi saranno installati ad angolo nella parte inferiore della

tubazione da tracciare (vedi fig. I);

- Fissare il cavo alla tubazione con nastro adesivo resistente al calore fornito dallo stesso fornitore del cavo oppure con fascette per cavi ad una distanza massima di 300 mm una dall'altra (vedi fig. II); non tendere eccessivamente il cavo e montarlo in modo da consentire le dilatazioni termiche del tubo, senza rompersi o danneggiarsi;



*Figura I*

NOTA: non installare tubazione di tracciamento termico in modo tale che lo stesso circuito scaldante risulti a servizio di due reti di tubazioni diverse, convoglianti fluidi di caratteristiche diverse.

- Se necessario, il cavo può essere avvolto attorno alla tubazione per ottenere più potere scaldante (vedi fig. II). Per le tubazioni in materiale plastico il cavo scaldante dovrà essere fissato longitudinalmente da apposito nastro adesivo d'alluminio su tutta la lunghezza del tubo;



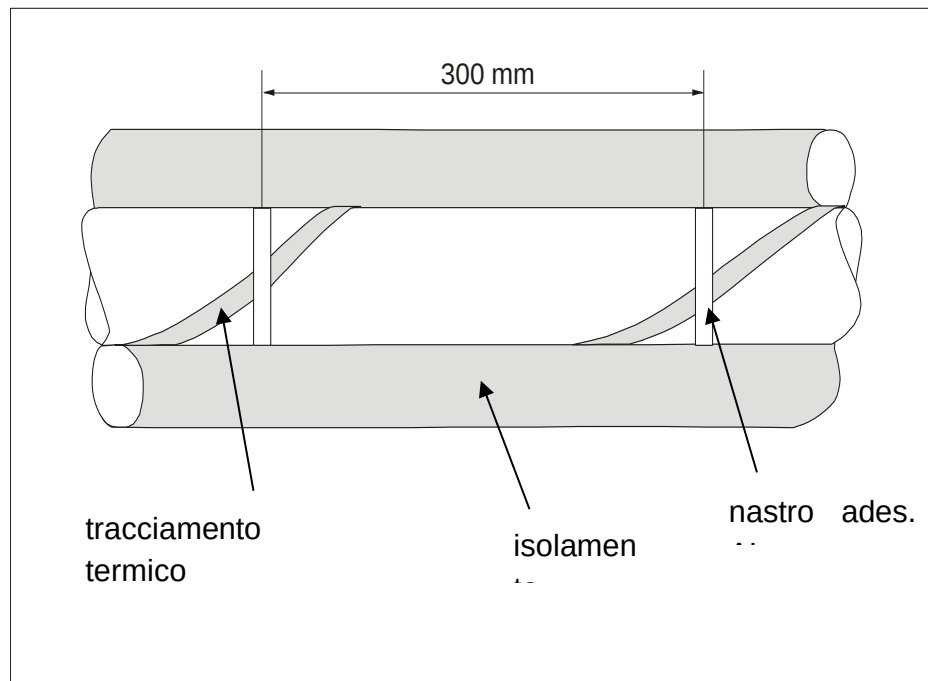


Figura II

- In presenza di curve il cavo sarà posato come indicato in figura III;

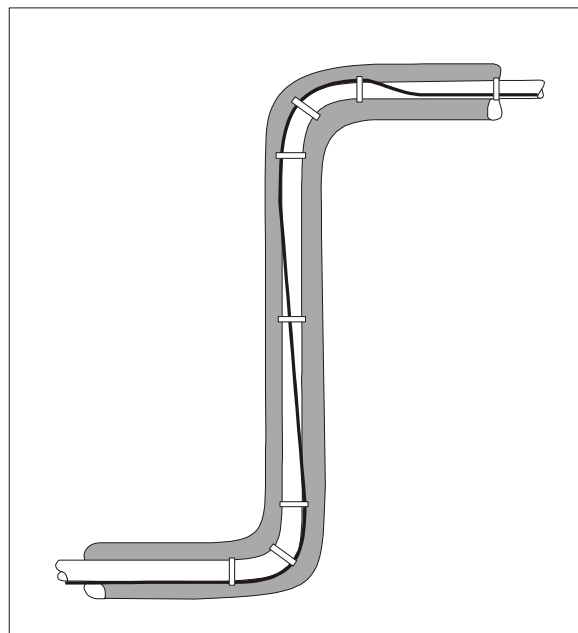


Figura III

- Per flange, valvole, filtri ed altri componenti caratterizzati da perdite del calore più alte rispetto alla tubazione, verrà utilizzata una lunghezza superiore di cavo. Quest'ultimo sarà installato in modo da lasciare una lunghezza libera attorno al componente, avvolta in modo tale da permettere la manutenzione del componente stesso, senza danneggiare il cavo (vedi fig. IV);

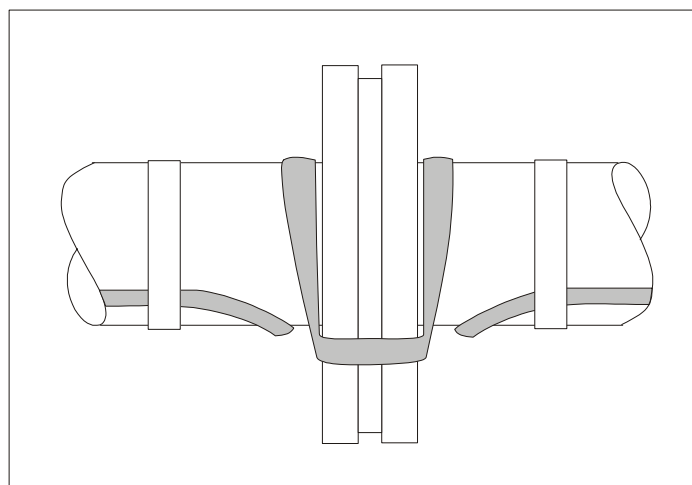
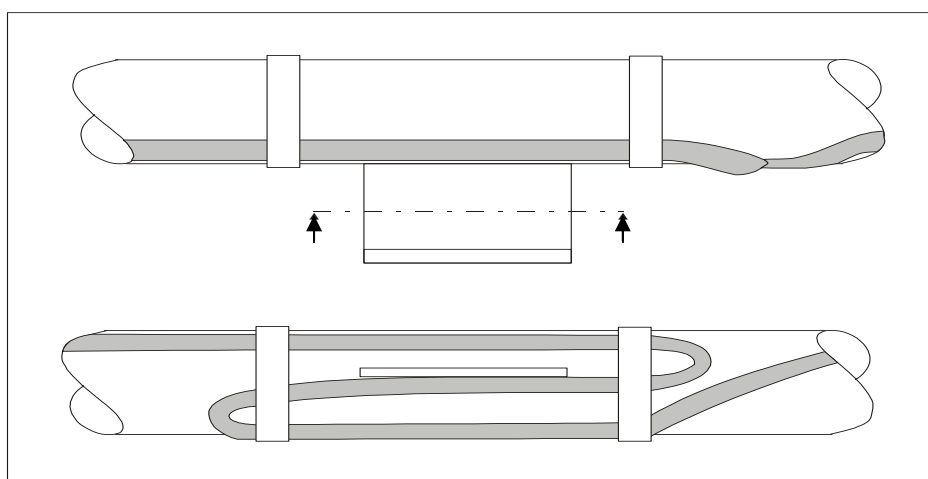


Figura IV

- Eseguire il montaggio del cavo in modo da realizzare il più possibile il contatto superficiale tra cavo e componente;
- Isolare tutto il componente e coprirlo con la prevista finitura;
- In corrispondenza dei supporti della tubazione è richiesta una lunghezza maggiore



di cavo (vedi fig. V);

Figura V

- Tutti i cavi saranno controllati prima di iniziare il lavoro di isolamento;
- Prima e dopo la posa in opera dell'isolamento delle tubazioni sarà controllata la resistenza elettrica del cavo.

NOTA: se il cavo è danneggiato non dovrà essere riparato, ma sostituito con uno nuovo. Il corretto funzionamento del sistema di tracciamento termico delle tubazioni dipende dalle modalità di montaggio del cavo e dall'isolamento termico. L'isolamento ha anche lo scopo di proteggere il cavo da possibili danni meccanici: quindi il cavo dovrà essere interamente rivestito.

## 2.26.2 Modalità di posa in opera

### 2.26.2.1 Generalità

Le modalità di posa in opera sono già contenute nelle descrizioni precedenti.

#### 2.26.2.2 Protezione e pulizia degli apparecchi

Tutti i componenti utilizzati per il tracciamento termico delle tubazioni durante il periodo di giacenza in cantiere prima dell'installazione dovranno rimanere sempre protetti nel loro imballaggio originale (o altra protezione equivalente), così da non subire sporcamenti, ingresso di polvere o danni dovuti alle operazioni di cantiere o agli agenti atmosferici. La Direzione Lavori non accetterà componenti o loro parti insudiciati e/o danneggiati per la mancanza di protezioni e l'Appaltatore ha obbligo, in tal caso, di provvedere alla loro completa pulizia e rimessa in ordine, riservandosi comunque la DL la facoltà di rifiutare e far sostituire (a cura e spese dell'Appaltatore) quei componenti o loro parti che risultassero danneggiati, oppure, a proprio insindacabile giudizio, di accettarli, applicando però una congrua riduzione del prezzo contrattuale del componente (dovuta a tale inadeguata conservazione).

#### 2.26.3 Prove, controlli e certificazioni

Il tracciamento termico delle tubazioni dovrà essere eseguito utilizzando componenti dotati di marcatura CE e corredati della relativa certificazione e dichiarazione di conformità che generalmente portino stampigliati (in maniera resistente) all'origine sulla superficie esterna il produttore (marca), i dati riguardanti il materiale di costruzione dei componenti, i dati dimensionali degli stessi componenti (diametro, spessore, ecc.) e le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, ecc., e/o le leggi (ove esistenti) di riferimento.

Per tutti i componenti mancanti della citata stampigliatura l'Appaltatore ha l'obbligo contrattuale di fornire le certificazioni ed omologazioni rilasciate dal produttore o dal fornitore e/o da enti preposti riconosciuti (controfirmate dall'Appaltatore stesso) riportanti i dati sopra indicati.

L'Appaltatore è tenuto, su semplice richiesta della DL, a presentare campioni di materiali e componenti che propone di installare; nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non costruiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.

La Direzione Lavori potrà rifiutare tutto il materiale ed i componenti, pur se già installati, che risultino (per qualsiasi motivo) non conformi al contratto o ai campioni approvati. L'Appaltatore è obbligato, in tal caso, alla sostituzione con altri, conformi ed approvati, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.

Per tutti i componenti che debbano essere corredati di diagrammi funzionali, certificazioni, omologazioni o simili, tale documentazione dovrà essere consegnata in originale ed in copia conforme ed allegata anche alla documentazione finale "as built".

## **2.28 Protezione antisismica degli impianti**

### **2.28.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.28.1.1 Generalità**

Gli interventi di protezione antisismica sono finalizzati a mantenere al più alto grado possibile di efficienza l'intero sistema impiantistico, onde garantire agli occupanti un elevato grado di sicurezza durante l'evento sismico e la possibilità di un utilizzo continuativo delle strutture edilizie e dei relativi impianti nei tempi successivi al terremoto. In tale contesto, tutte le componenti impiantistiche sono da considerare a grado di vulnerabilità molto alto ed il livello di prestazione non strutturale deve corrispondere alla completa operatività (50% di probabilità di superamento in 50 anni, ovvero periodo medio di ritorno del sisma di 72 anni).

A tal fine le varie parti costituenti gli impianti dovranno essere ancorate alle strutture portanti dell'edificio tramite appositi dispositivi di fissaggio dimensionati per resistere ad accelerazioni sismiche in direzione orizzontale e verticale agenti simultaneamente.

In fase di progettazione costruttiva l'Appaltatore è tenuto obbligatoriamente, sulla scorta delle caratteristiche proprie dei macchinari e componenti selezionati, a studiare anche i supporti e gli ancoraggi, con dimensioni e tipo dei bulloni eventualmente usati in ossequio alla Normativa Vigente. I calcoli e disegni di dettaglio dovranno tener conto delle caratteristiche delle strutture edili interessate, essere firmati da un ingegnere iscritto all'Ordine e responsabile, ed approvati dalla Direzione Lavori.

#### **2.28.1.2 Normativa specifica di riferimento**

Si rimanda all'apposito capitolo "LEGGI ANTISISMICHE" del Corpo Legislativo nel presente Elaborato.

### **2.28.2 Modalità di posa in opera**

#### **2.28.2.1 Generalità**

Tenendo presente che un sistema di fissaggio per condutture in genere consiste sostanzialmente di tre componenti principali:

- il collegamento delle condutture - staffe;
- la tipologia delle staffe di sostegno, che devono essere in grado di sopportare le forze e trasmetterle fra condutture e strutture edili;
- l'ancoraggio staffe-strutture edili, che costituisce l'elemento più critico ed essenziale per fornire la rigidità e la funzionalità del sistema di protezione;
- si ritiene che gli usuali sistemi di fissaggio che si adottano per gli impianti (collari; sostegni ad U; mensole in profilato di acciaio; barre filettate per angolari, da fissare alle strutture edili con tasselli ad espansione o con apposite zanche, oppure da fissare ad elementi strutturali in acciaio mediante morsetti o cravatte), siano sostanzialmente rispondenti ai requisiti di base per una esecuzione antisismica.

Nei vari capitoli del presente elaborato riguardanti le varie tipologie di componenti e/o macchinari sono in ogni caso fornite alcune indicazioni sugli accorgimenti da adottare per far fronte alle sollecitazioni sismiche.



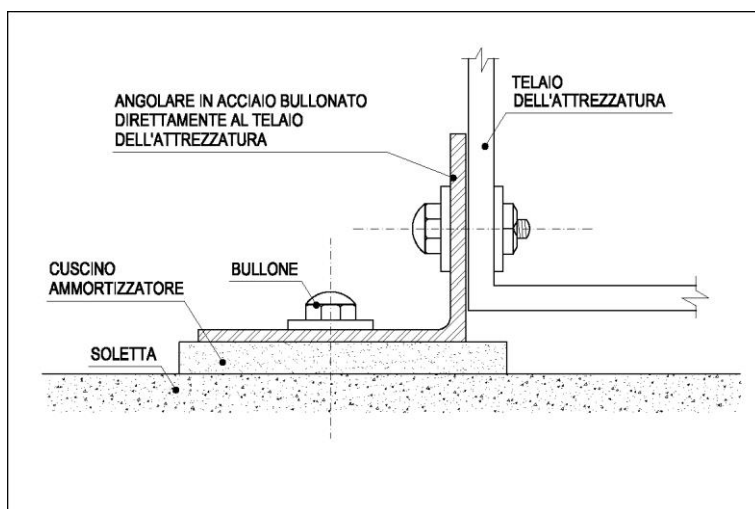
Nel seguito vengono richiamate, integrandole, tali indicazioni, allo scopo di ottenere un elenco, esemplificativo e non esaustivo, di accorgimenti minimi di carattere generale cui l'Appaltatore è tenuto ad attenersi nell'esecuzione dei lavori.

Nella installazione degli impianti saranno adottati, al minimo, i seguenti accorgimenti di carattere generale:

- ancorare l'impianto (componenti, condutture in genere, ecc.) esclusivamente alle strutture portanti dell'edificio preservandolo così da spostamenti relativi di grande entità durante il terremoto;
- assorbire i movimenti relativi delle varie parti dell'impianto (tubazioni, condutture ed apparecchiature) causate da deformazioni e/o movimenti strutturali senza rottura delle connessioni;
- evitare di attraversare con condutture in genere, nei limiti del possibile, i giunti sismici predisposti nella struttura;
- evitare, in modo assoluto, di posizionare componenti, attrezzature e macchinari a cavallo di giunti sismici strutturali;
- usare sospensioni a "V" lungo i tratti orizzontali delle condutture in genere collegandosi unicamente ad un solo sistema strutturale;
- adottare per i macchinari particolari basamenti antivibranti ed antisismici;
- cercare, nei limiti del possibile, di collocare le eventuali apparecchiature posizionate sulla copertura lontano dal perimetro, oltre che ancorarle in modo efficace.
- Ove possibile, ancorare le apparecchiature al solaio di appoggio.

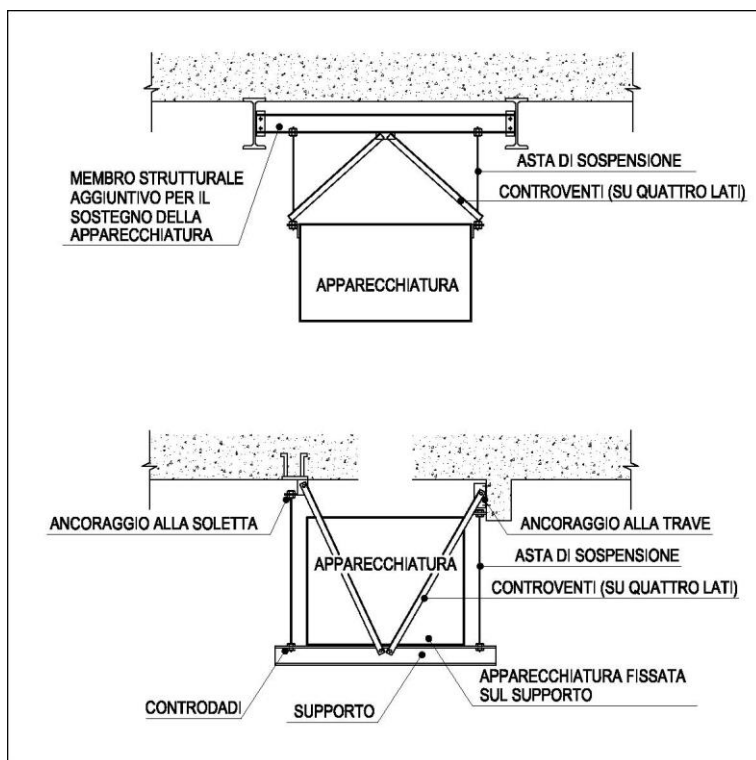
#### 2.28.2.1.1 Installazione di apparecchiature

Le apparecchiature statiche, senza parti in movimento, dovranno essere ancorate in modo tale da impedire spostamenti orizzontali e/o verticali rispetto alle strutture cui sono fissate ed in modo tale da impedirne il ribaltamento. Pertanto appoggi e sostegni saranno progettati e realizzati in modo da resistere alle forze sismiche orizzontali e verticali (v. particolare A).



*Particolare A – esempio di ancoraggio di apparecchiature alla soletta*

Le apparecchiature da installare a pavimento dovranno essere bullonate alla soletta; quelle sospese dovranno essere dotate di controventature su tutti i lati (v. particolare B).

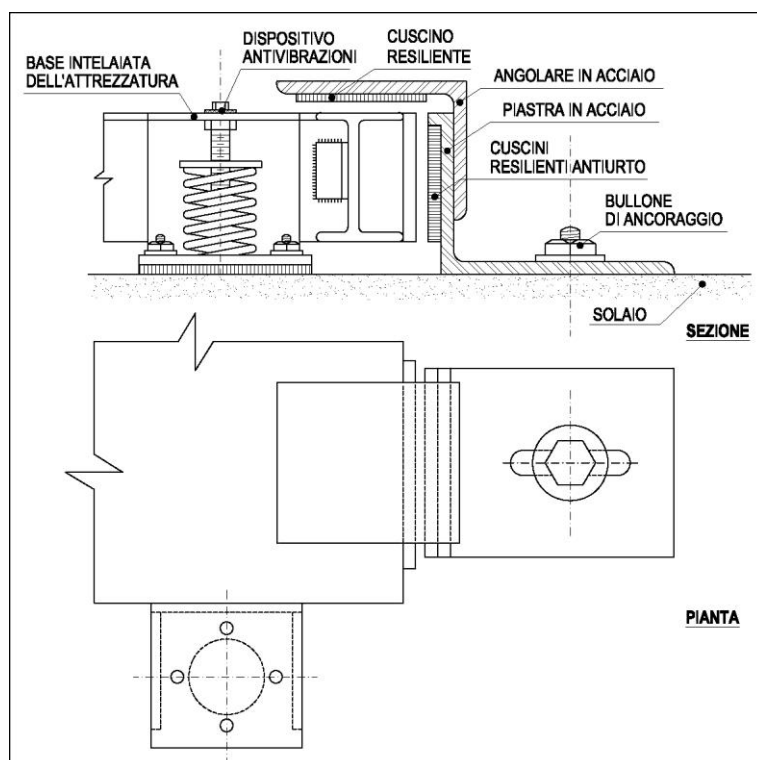


*Particolare B – esempi di controventi per apparecchiature semplicemente sospese*

Apparecchiature di altezza superiore a due metri dovranno in ogni caso essere controventate ed ancorate a solette o muri strutturali.

È comunque fatto divieto di usare tubi filettati come gambe di sostegno di apparecchiature.

I macchinari contenenti parti in movimento dovranno essere dotati di dispositivi per l'isolamento delle vibrazioni, che saranno fissati stabilmente con bulloni alla struttura di appoggio (soletta o basamento) e corredati di angolari laterali e/o piastre (staccati dagli antivibranti ma pure fissati stabilmente alla struttura di appoggio) che ne contrastino gli spostamenti laterali (v. particolare C).



*Particolare C – esempi di smorzatori e fermi laterali e verticali*

Non saranno ammessi supporti antivibranti semplicemente appoggiati (e non fissati) alle strutture, costituiti da semplice lastra in neoprene o sughero o altro, non fissate né al macchinario, né alla struttura di sostegno.

#### 2.28.2.1.2 Installazione di tubazioni

Fermo restando che i progetti di dettaglio – costruttivi dei sistemi di supporto-ancoraggio sono a carico dell'Appaltatore e dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori, si forniscono comunque alcune indicazioni sugli accorgimenti antisismici da adottare:

evitare sempre di fissare qualsiasi tubazione ad elementi non strutturali dell'edificio;

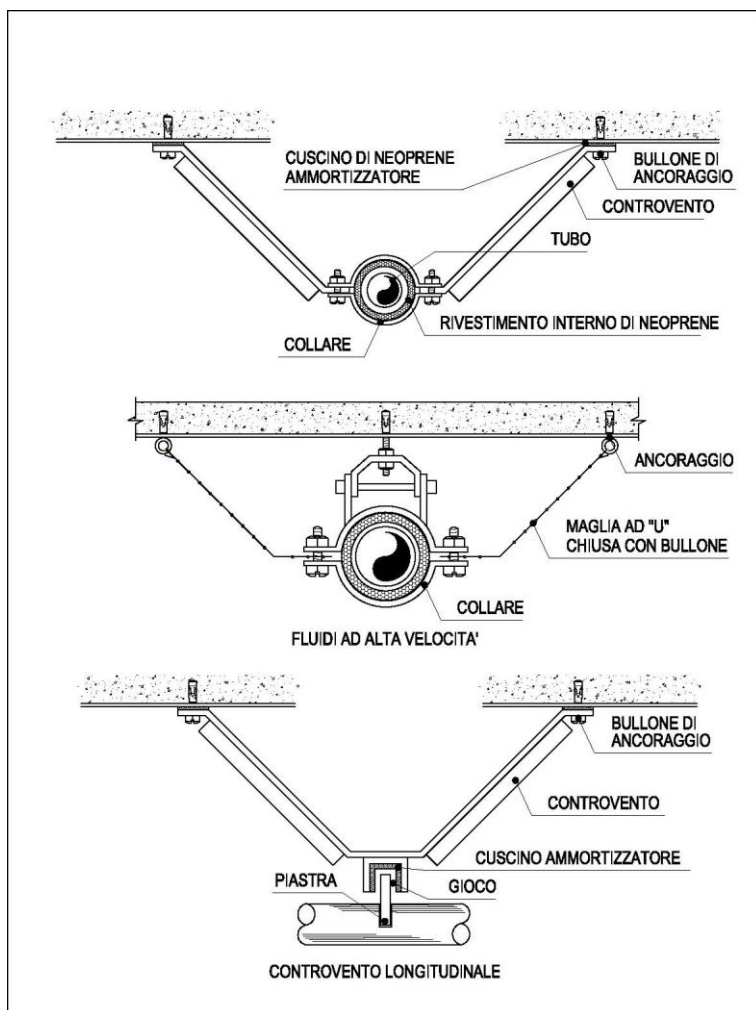
adottare comunque distanze fra i supporti conformi a quelle indicate nell'apposito capitolo del presente elaborato riguardanti le tubazioni rigide in generale, siano esse metalliche o in materia plastica, per fluidi in pressione o per scarichi;

per supporti-ancoraggi di tubazioni in acciaio fino a DN25 o in rame fino a DN 20 all'interno di edifici: nessun accorgimento particolare;

per supporti-ancoraggi di tubazioni in acciaio fino a DN 32 entro centrali e/o sottocentrali: nessun accorgimento particolare;

le tubazioni degli impianti antincendio, sia ad idranti (UNI 10779) che sprinkler (UNI EN 12845) devono essere supportate e staffate separatamente, in modo autonomo, da quelle degli altri impianti;

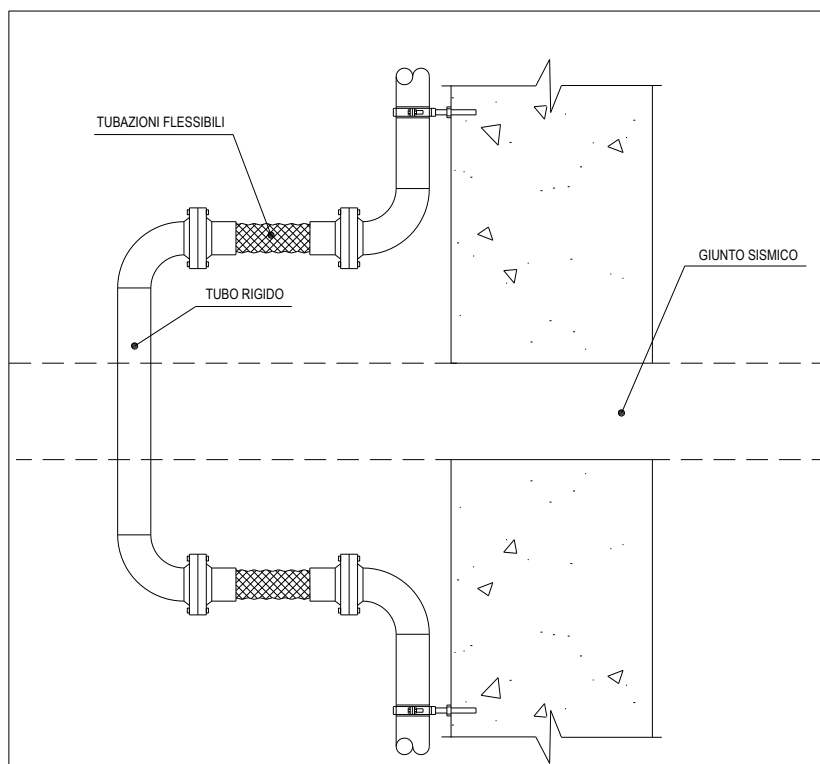
negli altri casi: evitare nei limiti del possibile, qualsiasi sia il tipo di tubazioni, che i supporti-ancoraggi siano fissati contemporaneamente a strutture diverse (solai e parete); utilizzare per gli ancoraggi solo elementi strutturali dell'edificio; controventare sia longitudinalmente che lateralmente i supporti-ancoraggi (v. particolare D1);



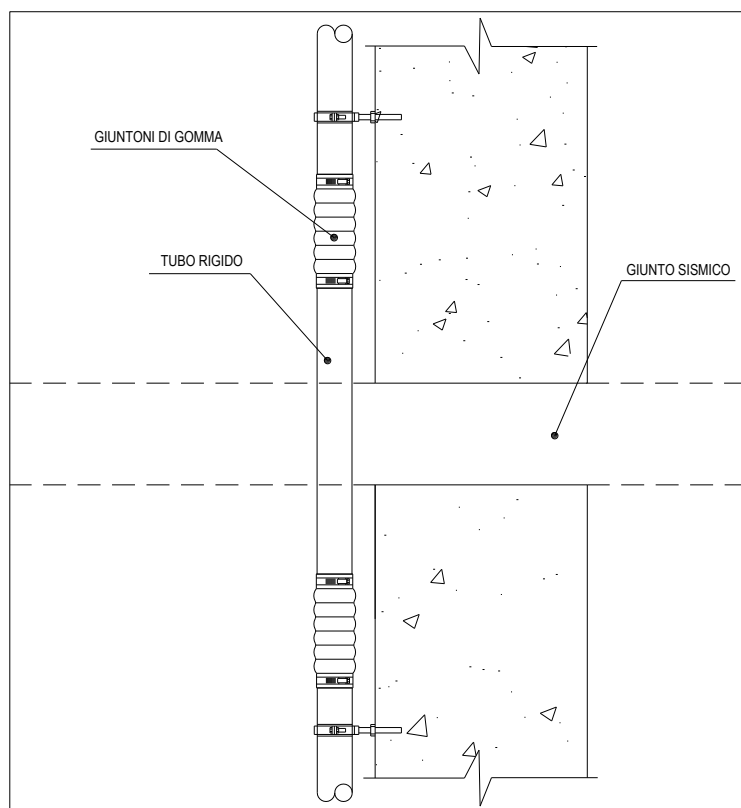
*Particolare D1 – esempi di controventi per tubazioni sospese con staffe aventi dispositivi antivibrazione*

evitare per quanto possibile l'attraversamento di giunti strutturali antisismici da parte di tubazioni rigide (metalliche o in materiale plastico) e, ove impossibile, adottare nell'attraversamento giunti ad omega o comunque elastici e/o flessibili, con PN adeguato che consentono spostamenti differenziati in ogni direzione delle linee collegate (v. particolare E1, E2, ed E3);

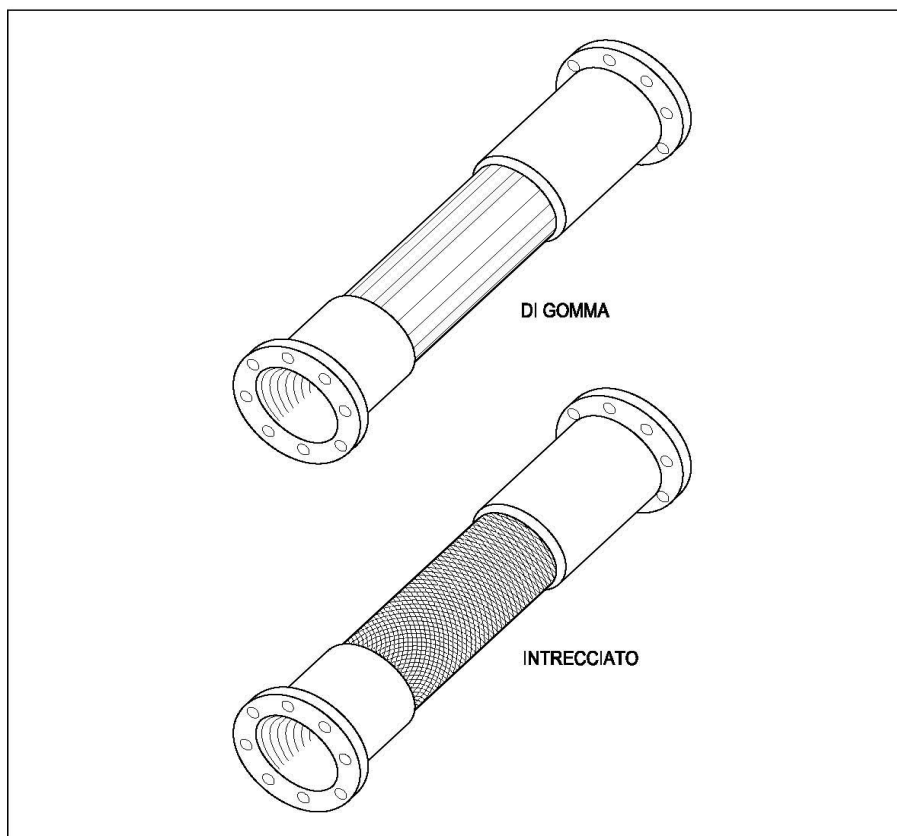




Particolare E1 – soluzione per il passaggio di un giunto sismico con omega (pianta).

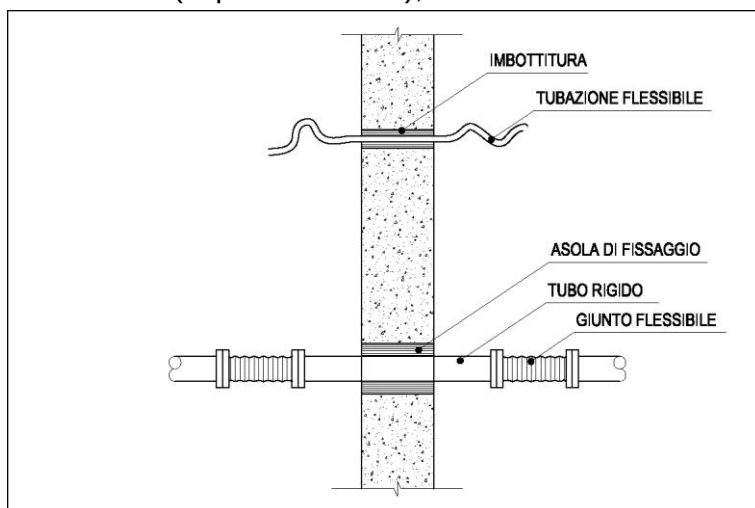


Particolare E2 – soluzione per il passaggio di un giunto sismico (pianta).



Particolare E3 – esempi di tubazioni flessibili e connettori.

nell'attraversamento di murature e solai, prevedere manicotti elastici generosi per consentire movimenti differenziali, peraltro nel rispetto delle eventuali esigenze di compartimentazione antincendio (v. particolare E4);



Particolare E4 – esempi di attraversamenti di murature e solai

#### 2.28.2.1.3 Installazione di canalizzazioni

Fermo restando che i sistemi di supporto-ancoraggio ed il loro dimensionamento antisismico dovranno essere studiati nel dettaglio dall'Appaltatore e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori, si forniscono alcune indicazioni sugli accorgimenti antisismici da adottare:

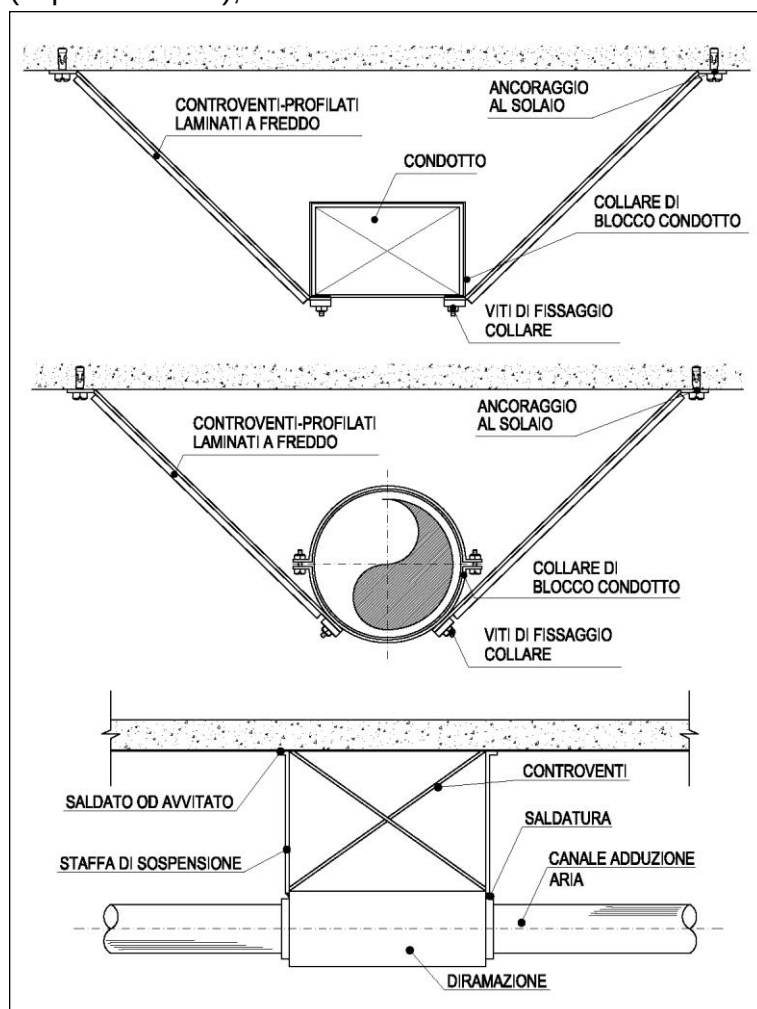
evitare di sospendere le canalizzazioni ad altri componenti non strutturali (tubazioni, controsoffitti, divisori leggeri, etc.);

i diffusori a soffitto e le serrande di regolazione dovranno essere fissati solidamente alla canalizzazione di pertinenza. I terminali alimentati con flessibili dovranno essere collegati al sistema di sospensione del controsoffitto o, meglio, fissati al sottostante soffitto;

le bocchette, le griglie, le serrande ed in ogni caso tutti gli elementi di diffusione a parete dovranno essere fissati solidamente alla canalizzazione di pertinenza e/o alla apertura di ventilazione;

per supporti-ancoraggi di condotte rettangolari con lato maggiore fino a 60 cm e di condotte circolari rigide e flessibili con diametro fino a 70 cm: nessun accorgimento particolare;

per supporti-ancoraggi di condotte di dimensioni superiori: evitare che i supporti siano fissati contemporaneamente a strutture diverse (solaio e parete); utilizzare per gli ancoraggi solo gli elementi strutturali dell'edificio; controventare sia longitudinalmente che lateralmente i supporti (v. particolare F);



Particolare F – esempi di controventi per canali dell'aria

evitare per quanto possibile l'attraversamento di giunti strutturali antisismici e, ove impossibile, adottare nell'attraversamento giunti flessibili che consentano spostamenti differenziati in ogni direzione delle linee collegate;

nell'attraversamento di murature e solai, prevedere manicotti elastici generosi attorno al canale, per consentire movimenti differenziati, peraltro nel rispetto delle eventuali esigenze di compartimentazione antincendio;

i collegamenti con le macchine (centrali di trattamento dell'aria e ventilatori) dovranno essere realizzati con collegamenti flessibili con materiale e lunghezza sufficiente a consentire movimenti differenziali macchina-condotto aeraulico.

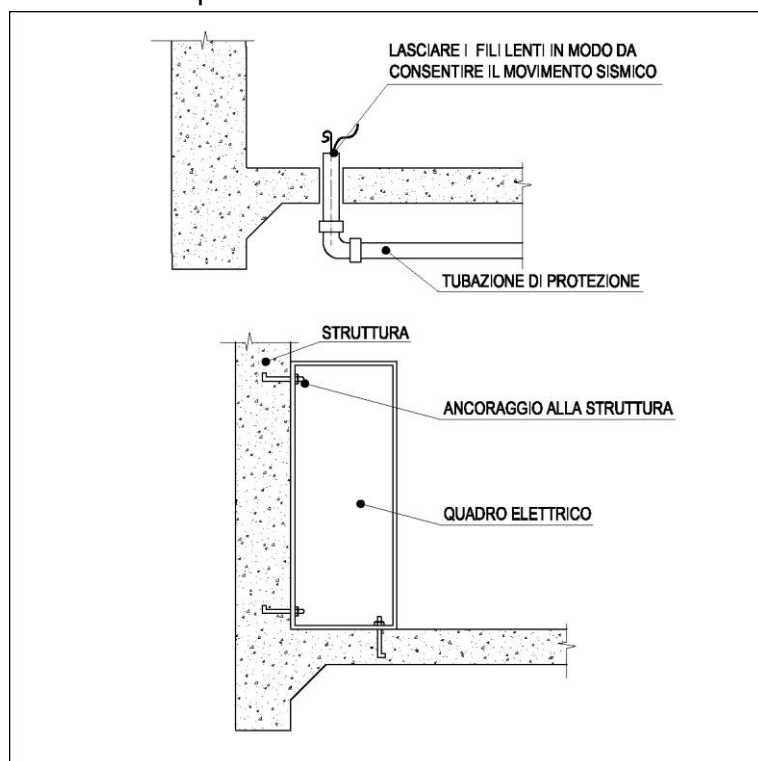
#### 2.28.2.1.4 Installazione di impianti elettrici

Per gli impianti elettrici a servizio degli impianti meccanici dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti minimali:

ancorare alle strutture dell'edificio tutti i quadri di distribuzione ed i pannelli (v. particolare G);  
evitare per quanto possibile con le linee di distribuzione l'attraversamento di giunti strutturali antisismici e, ove impossibile, adottare nell'attraversamento sistemi (v. particolare H) che consentano spostamenti differenziati, in ogni direzione, delle linee (quali ad esempio: interruzione del cavidotto, cavi riccioli, omega , o comunque sufficiente "ricchezza" e flessibilità, etc);

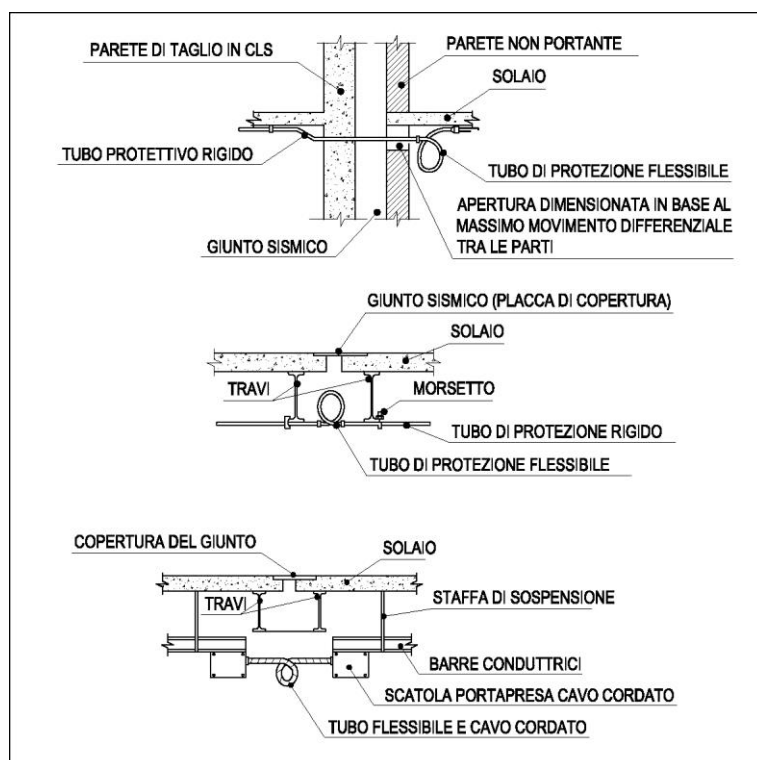
evitare di sospendere cavidotti a componenti non strutturali (tubazioni, controsoffitti, divisori leggeri, etc.);

controventare adeguatamente i supporti-ancoraggi dei cavidotti, evitando che i supporti siano fissati contemporaneamente a strutture diverse.



Particolare G – esempi di installazione del cavo elettrico ed ancoraggio al telaio di un pannello elettrico





Particolare H – esempi di linee elettriche attraversanti giunti sismici

## **2.30 Limitazione dei fenomeni di vibrazioni e della rumorosità provocata dagli impianti**

### **2.30.1 Specifiche tecniche generali**

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili e, comunque, superiori a quelli prescritti.

In linea generale, pertanto, si dovrà operare come segue:

le apparecchiature generanti rumore dovranno essere dotate di adeguato isolamento acustico particolarmente "tarato" per basse frequenze; l'installatore dovrà fornire nel dettaglio le relative caratteristiche acustiche;

quando prescritto e/o comunque necessario sui componenti aeraulici, saranno installati silenziatori o altri dispositivi su canali;

gli attraversamenti di solette e pareti da parte di condutture dovranno essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, adottando per esempio guaine di disaccoppiamento da condutture e strutture, oppure anelli in gomma o neoprene; per evitare di comprimere eccessivamente la gomma i collari di supporto dovranno essere di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni;

particolare attenzione sarà dedicata all'attenuazione del rumore proveniente dalle centrali o sottocentrali; l'Appaltatore dovrà includere nei prezzi della sua offerta tutti gli accorgimenti atti ad impedire che negli ambienti occupati vengano superati i livelli sonori prescritti.

Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti ai locali occupati od all'esterno superasse i valori prescritti, dovranno essere presi (a cura e spese dell'Appaltatore, senza oneri per la SA) adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti. I provvedimenti potranno interessare:

le fonti di rumore, ad esempio sostituendo le apparecchiature scelte con altre più silenziose;

l'isolamento delle fonti di rumore con cuffie afoniche e protezioni in genere;

il trattamento dell'ambiente impiegando per pareti, soffitti, pavimenti, prese d'aria, porte, i sistemi ed i mezzi più idonei per ottenere il risultato voluto.

Le parti in movimento delle macchine dovranno essere equilibrate staticamente e dinamicamente.

Particolare attenzione sarà rivolta alla scelta delle apparecchiature installate all'esterno allo scopo di contenere la rumorosità sia verso gli edifici vicini, sia verso i sottostanti locali, entro i termini stabiliti dalle normative o decreti vigenti.

Tutte le macchine con organi rotanti o comunque fonti di possibili vibrazioni dovranno essere posate su supporti antivibranti e collegate alle condotte con giunti elastici.

L'Appaltatore è tenuto in ogni caso a redigere e sottoporre alla Direzione lavori, entro i termini contrattuali, i disegni dei basamenti per le apparecchiature di sua competenza ed a fornire prontamente tutti gli eventuali dispositivi antivibranti, compresi nella fornitura, da inserire nelle strutture in muratura.

L'Appaltatore è altresì tenuto a verificare che i basamenti siano realizzati in accordo con quanto previsto.

In ogni caso nella supportazione elastica di macchinari, deve essere assicurato un tipo di isolamento per cui la frequenza propria di risonanza dell'insieme supportato sia inferiore ad 1/3 della frequenza minima forzante.

Quando si debba ricorrere a basamenti inerziali, questi dovranno avere una massa in calcestruzzo da 1 a 3 volte il peso del componente supportato.

La scelta del tipo di antivibrante dovrà essere fatta, oltre che in relazione alle condizioni di carico, considerando anche la temperatura di esercizio e la eventuale presenza di sostanze aggressive. Isolatori in gomma o neoprene sono da applicarsi per deflessioni fino a 12 mm; per deflessioni statiche più elevate si dovrà ricorrere a molle. Le molle non guidate elicoidali soggette a compressione dovranno avere diametri di spira abbastanza ampi per non piegarsi lateralmente sotto carico (nel caso in cui gli ingombri non permettano ampi diametri si farà ricorso a guide stabilizzatrici).

Per apparecchiature che possono avere variazioni di peso rilevanti (quali ad esempio: boilers, gruppi frigoriferi, torri evaporative, ecc.) dovranno essere previste delle molle con blocchi di fine corsa che impediscano movimenti eccessivi allo scarico.

Saranno previsti quando necessario dei reggispinta per oscillazioni trasversali.

Le condutture in genere dovranno essere supportate con dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura edile di vibrazioni residue, provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

## **2.32 Demolizione, smantellamento e recupero di impianti o parti di essi**

### **2.32.1 Caratteristiche tecniche generali**

#### **2.32.1.1 Generalità**

Tutte le attività dovranno essere svolte nel pieno rispetto delle norme di sicurezza e ambientali. Nel rispetto delle norme di sicurezza sono comprese tutte le attività di messa in sicurezza e protezione di parti di impianto che possono essere causa di distacco accidentale e/o elettrocuzione di componenti meccanici per chi opera direttamente o indirettamente nell'area oggetto della realizzazione dell'opera.

Nel rispetto delle norme ambientali dovranno essere attuate tutte le necessarie misure per prevenire effetti che possono avere impatto dannoso sull'ambiente, ovvero, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- sulla qualità dell'aria (emissioni in atmosfera, rumori, odori),
- sulla qualità delle acque (ed in generale sui corpi idrici recettori),
- sul terreno (sversamenti di sostanze inquinanti);
- sul benessere delle persone.

#### **2.32.2 Modalità esecutive**

Tutte le attività dovranno essere effettuate nel rispetto delle disposizioni descritte nel piano di sicurezza e concordate con il Coordinatore della sicurezza in fase esecutiva.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, dovranno essere attuate almeno le seguenti misure preventive:

- isolamento delle eventuali parti attive di circuiti elettrici interrotti con le seguenti modalità e con l'esclusione di protezioni contro contatti diretti e indiretti mediante l'utilizzo dei soli dispositivi di interruzione automatica dei circuiti in tensione:
  - materiale isolante che deve ricoprire completamente le parti in tensione ed avere caratteristiche idonee alle tensioni di esercizio e alle sollecitazioni meccaniche cui è sottoposto;
  - utilizzo di involucri che assicurino la protezione contro contatti diretti in ogni direzione e garantiscano la protezione contro le sollecitazioni esterne;
  - barriere atte ad evitare il contatto di parti del corpo con le parti attive.
- preventivo svuotamento di contenitori o reti di adduzione di liquidi infiammabili che dovranno essere dismesse;
- allestimento di misure di contenimento contro il possibile sversamento di liquidi combustibili o inquinanti;
- inserimento di idonei dispositivi di intercettazione in corrispondenza dei tratti terminali di tubazioni e/o canalizzazioni su cui si interviene, al fine di impedire la fuoriuscita di fluidi o gas dalle reti d'impianto/i o parte di esse che non sono direttamente interessate dall'intervento/i di sostituzione e/o manutenzione;
- riduzione volumetrica di apparecchiature ingombranti per consentire il trasporto con mezzi autorizzati;
- messa in sicurezza temporanea di apparecchiature o parti di esse ingombranti o pericolose fino alla rimozione e smaltimento;



- eventuale recupero di materiale riutilizzabile o riciclabile in spazi indicati dal Committente;
- allontanamento dal cantiere e trasporto dei materiali di risulta alla pubblica discarica autorizzata, adeguatamente suddivisi per tipologia di rifiuto e nel rispetto della regolamentazione attuata nel territorio