



comune di  
**PRATO**

Codice Fiscale: 84006890481

---

Progetto: Nuovi impianti di termocondizionamento e fotovoltaico  
della biblioteca Nord - Via Corridoni n. 11 - Prato

---

Titolo: **ELABORATO L - DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE  
DEGLI ELEMENTI TECNICI - IMPIANTI MECCANICI**

---

Fase: **PROGETTO ESECUTIVO**

Assessore alla mobilità e all'ambiente Filippo Alessi  
Servizio PF Governo del territorio  
Dirigente del Servizio Arch. Riccardo Pecorario  
Responsabile Unico del Procedimento Ing. Giovanni Nerini

## Progettisti

---

Progetti Energetici e Impiantistici

Ing. Iuri Baldi  
Ing. Marco Risaliti

---

Redazione Elaborati Grafici

Geom. Alessio Cheli  
Geom. Giacomo Giovanchelli



Elab. L - Disciplinare Descrittivo e  
Prestazionale degli elementi  
tecnici - Impianti Meccanici

-

Spazio riservato agli uffici:

---

# **Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici – impianti meccanici**

---

## Sommario

<b>PREMESSA SULL'INTERVENTO</b> .....	4
<b>IMPIANTI MECCANICI IDRO-TERMO SANITARI E CLIMATIZZAZIONE</b> .....	5
<b>Norme, Decreti, disposizioni di Legge e Regolamenti</b> .....	5
<b>Generalità</b> .....	6
<b>Prescrizioni tecniche costruttive dei componenti impiantistici e modalità esecutive</b> .....	6
<b>Gruppo Frigorifero e Pompa di Calore</b> .....	6
<b>Unità interne per il termocondizionamento</b> .....	7
<b>Tubazioni</b> .....	8
Generalità .....	8
Criteri Di Posa .....	8
Supporti .....	8
Tubazioni in Acciaio.....	8
Prescrizioni di Posa .....	9
Saldature .....	10
Tubazioni per Acqua Calda di Riscaldamento e Refrigerata .....	10
Tubazioni in Acciaio Zincato .....	12
Tubazioni In Rame .....	12
Tubazioni per gas e liquidi refrigeranti .....	14
Verniciature.....	14
Rivestimenti Isolanti .....	14
Finitura .....	16
Compartimentazione .....	16
Staffaggi.....	16
<b>OPERE CIVILI PER IMPIANTI TECNOLOGICI</b> .....	17
<b>Scavi</b> .....	17
<b>Scavi per tubazioni</b> .....	18
<b>Pozzetti</b> .....	19
<b>Pozzetto prefabbricato con chiusino in ghisa</b> .....	19
<b>Plinti di sostegno pali</b> .....	20
<b>Attraversamenti interrati</b> .....	20
<b>ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE</b> .....	21

---

<b>Verniciature</b> .....	<b>21</b>
<b>Etichettatura ed individuazione componenti</b> .....	<b>21</b>
<b>Materiali per opere metalliche</b> .....	<b>21</b>
<b>Materiali ferrosi</b> .....	<b>21</b>
<b>Carpenterie in acciaio</b> .....	<b>22</b>
Generalità .....	22
Profilati, piatti lamiere .....	22
Accessori .....	22
Saldature .....	22
Bullonature.....	23
Zincatura .....	23
<b>Verifiche e prove impianti meccanici</b> .....	<b>25</b>
<b>Collaudi impianti meccanici</b> .....	<b>26</b>
<b>Procedure di verifica all'avviamento</b> .....	<b>26</b>
<b>Procedure di collaudo</b> .....	<b>27</b>
Misura della temperatura dell'aria interna .....	27
Misura della temperatura dell'aria esterna .....	28
Misura dell'umidità relativa .....	29
Misura della velocità dell'aria .....	29
Misura della portata d'aria .....	29
Misura dell'efficienza di filtrazione dell'aria .....	29
Misura del livello di rumore .....	29

---

## **PREMESSA SULL'INTERVENTO**

L'impianto di termocondizionamento della biblioteca nord dovrà essere costituito da un unico sistema in cui macchinari e unità interne saranno capaci di comunicare tra loro attraverso collegamenti e centraline atti a ottimizzarne il rendimento.

Il controllo del sistema (monitoraggio e regolazioni automatiche) dovrà esplicarsi attraverso un'unità centrale di supervisione che provvederà al coordinamento anche delle velocità di rotazione di compressori, ventilatori e pompe, ognuno dotato del proprio inverter.

Per l'affidabilità del sistema è indispensabile che i componenti (incluso l'hardware e il software di supervisione e controllo) siano forniti da un unico costruttore che si assuma anche la responsabilità della prima messa in esercizio preceduta da un completo check-up dei collegamenti informatici.

Tutti i componenti dell'impianto dovranno comunque essere sottoposti ad approvazione preventiva della Direzione Lavori, che ne valuterà insindacabilmente la conformità al progetto, previa acquisizione delle schede tecniche e di tutte le altre informazioni necessarie, la cui produzione è a cura del proponente.

L'accettazione della fornitura (come in un "chiavi in mano") è condizionata all'esito positivo dei controlli e del collaudo finale.

Qualora fosse negativo si intende che la fornitura sarà interamente rigettata, salvo la possibilità di riportare l'intero sistema nelle condizioni di progetto in tempi brevi e a totale onere dell'impresa esecutrice, fatte salve le penali e sanzioni stabilite per il ritardo conseguente e l'eventuale ristoro dei danni, di qualunque natura.

---

## IMPIANTI MECCANICI IDRO-TERMO SANITARI E CLIMATIZZAZIONE

### Norme, Decreti, disposizioni di Legge e Regolamenti

Gli impianti dovranno essere realizzati a "perfetta regola d'arte" ed in osservanza a tutte le leggi, prescrizioni e norme che regolano la qualità, la sicurezza e le modalità di esecuzione e installazione degli impianti stessi.

Se ne riporta un elenco, non esaustivo:

- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 “Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”
- Legge n. 10 del 09/01/91 “Norme per l’attuazione del Piano Energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”;
- D.Lgs n. 192 del 19/08/2005 – “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia” e s.m.i.;
- Legge 3 agosto 2013, n. 90, “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia (...)”.
- D.Lgs. 102/2014 “Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE”.
- D.I. 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici";
  
- Circolare 10/07/86 n. 45 – “Piani di intervento e misure tecniche per l’individuazione ed eliminazione del rischio connesso all’impiego di materiali contenenti amianto in edifici scolastici ed ospedalieri pubblici e privati”;
- D.M. 14/02/92 – “Definizione delle elaborazioni minime obbligatorie, delle modalità di interconnessione e dei destinatari delle informazioni relative ai dati del Catasto Nazionale dei Rifiuti;
- Decreto Legislativo n. 81 del 9 Aprile 2008 - “Attuazione dell’art. 1 della legge 3/8/07 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- D.M. 10 Marzo 1998 “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”
- D.M. 16/02/2007 “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”
- D.M. 09/03/2007 “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco”
- D.P.C.M. 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”
- D.P.C.M. 5 dicembre 1997 “Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici”
- Decreto 6 Aprile 2004 n° 174 “Regolamento concernente i materiali e oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano”
  
- Norme e tabelle UNI per i materiali unificati, gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, modalità di esecuzione e collaudi.

---

- Norme e richieste particolari da parte degli Enti preposti quali: Vigili del Fuoco, U.S.S.L., INAIL, Autorità Comunali e Regionali.

Tutte le norme EN, UNI, CEI, anche quando non esplicitamente riportate in elenco, si intendono comunque applicate ai fini del presente disciplinare quando costituiscono riferimento normativo cogente o richiamate da una disposizione normativa attinente gli impianti in progetto.

### **Generalità**

Il rispetto delle norme sopra indicate è inteso nel senso più restrittivo, cioè non solo la realizzazione dell'impianto, ma altresì ogni singolo componente dell'impianto stesso sarà rispondente alle norme richiamate nella presente specifica ed alla normativa specifica di ogni settore merceologico.

In caso di emissione di nuove normative l'Appaltatore dovrà adeguarvisi ed è tenuto a comunicarlo immediatamente al Committente.

Per quanto concerne le prescrizioni riposte nella presente specifica, esse dovranno essere rispettate anche qualora siano previsti dei dimensionamenti in misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.

### **Prescrizioni tecniche costruttive dei componenti impiantistici e modalità esecutive**

#### ***Gruppo Frigorifero e Pompa di Calore***

La centrale di produzione di energia per il vettore termico sarà costituita da una macchina ad alimentazione elettrica 400 V-3-50 Hz, da collocare all'interno dell'edificio.

Trattasi di un refrigeratore d'acqua con condensazione ad aria canalizzabile, a compressione di gas refrigerante, con ventilatore ad alta prevalenza e motore direttamente accoppiato con comando a inverter, compressori di tipo scroll con motori brushless e alimentazioni a inverter (plug fan).

Sarà dotato di un kit idronico integrato (tank&pump) ovvero completo di pompa a velocità variabile e serbatoio inerziale nello stesso contenitore.

A bordo macchina si troveranno il quadro elettronico di controllo e sezionatore di linea.

La struttura sarà in acciaio galvanizzato, ricoperta da un mantello in acciaio verniciato.

Prestazioni nominali (Eurovent):

potenza termica 43 kW (A7W45) , potenza frigorifera 38 kW (A35W7) (\*)

(\*) si ricorda che Axx indica la temperatura a bulbo secco dell'aria aspirata, Wyy quella dell'acqua in uscita dal macchinario verso l'utenza.

Es: A7W45 = aria esterna 7°, acqua prodotta 45°

Sarà inoltre verificato il comportamento invernale (A7W35) in relazione al valore di COP richiesto dalla normativa per le riqualificazioni energetiche. (DM 26/06/15 sui requisiti minimi – app. B)

La macchina dev'essere completa di elettronica di controllo con pannello di comando digitale a bordo quadro, progettata per l'ottimizzazione ai carichi parziali e sulle condizioni meteo esterne, diagnostica e allarmi, nonché di interfaccia per supervisore - su protocollo di comunicazione aperto (modbus RTU o simile).

La posa dovrà avvenire nel locale a ciò destinato, previa disposizione di quanto necessario per l'appoggio sul pavimento, inclusi i supporti antivibranti nella dimensione e numerosità indicate dalla Casa Costruttrice per il modello scelto.

Il macchinario necessita dei collegamenti idraulici (inclusa un'adduzione idrica dalla rete esistente per il riempimento e rabbocco dell'impianto), aeraulici (per l'aspirazione e

---

l'espulsione dell'aria esterna), elettrici (linea di potenza da quadro dedicato, derivato dall'impianto esistente) e informatici (cavi per trasmissione segnali).

Le condotte di aspirazione ed espulsione dell'aria di condensazione, in lamiera zincata 10/10 coibentata (localmente rivestita per compartimentazione all'incendio), dovranno collegarla alle aperture che sono già state predisposte, allo scopo, nelle pareti dell'edificio, ovvero:

Aspirazione: dalla finestra di entrata predisposta in parete ovest alla macchina;

Espulsione: dalla bocca di scarico del macchinario alla finestra di uscita predisposta in parete nord.

Entrambe sono state dotate di lamelle antipioggia e rete antivolatile.

E' inoltre prevista la fornitura di un silenziatore da canale per il condotto di uscita.

Occorrerà predisporre fuori opera tutti i pezzi speciali, inclusi i giunti deformabili a canale e le staffe o le piantane di supporto a terra, eseguendone la posa come ultima operazione, con la macchina già in opera sul suo appoggio.

### ***Unità interne per il termocondizionamento***

Nei locali principali dell'edificio (Biblioteca e Sala Polivalente) i terminali di erogazione dell'energia termica saranno costituiti unità interne con batterie ad acqua - da collocare a parete alta secondo progetto -, e costituiti da 12 complessivi Ventilconvettori con batterie a 3 ranghi a basse perdite di carico, ventilatori centrifughi con motore brushless inverter per modulazione continua della velocità, filtro di classe G2 e mantello metallico con verniciatura poliestere anticorrosione.

Tali fancoils dovranno essere tirati in alto e posati su staffe a parete, di provata stabilità in opera, in posizione appena più bassa dei controsoffitti e delle canale dell'impianto elettrico, come riportato sui grafici del progetto.

Sarà anche possibile utilizzare staffe su 2 livelli per agevolare i collegamenti degli attacchi in modo non interferente con la rete acqua, e soprattutto aumentare la stabilità dell'insieme.

Per l'esecuzione degli appoggi si dovrà effettuare una prima prova con un campione delle staffe, verificando che la posa a muro con i tasselli a espansione gli conferisca la stabilità necessaria.

I fancoils saranno inoltre collegati con una rete per lo scarico delle condense (in materiale plastico, fino ai bagni). Sul lato nord alcuni scarichi di condensa saranno collegati direttamente all'esterno, sopra la pensilina esistente.

I ventilconvettori saranno infine dotati di valvola servocomandata di esclusione a 2 vie, di una sonda di rilevamento della temperatura dell'acqua, nonché dell'elettronica di modulazione della velocità e di comunicazione verso controllori di zona o supervisore, attraverso collegamenti via Bus con protocollo di comunicazione aperto (modbus RTU o simili).

L'architettura del sistema di comunicazione prevede la fornitura di un controllore-supervisore unico, in forma di pannello da parete, a cui sono da collegare via bus sia le macchine di produzione dell'energia termica/frigorifera che le unità interne.

Nel progetto della biblioteca Nord si è stabilito di riportare a un unico termostato di zona – da collegare al fancoil “master” - i 4 fancoil previsti nella sala polivalente.

Nella sala della biblioteca vera e propria i fancoils sono stati accorpati in 2 gruppi.

Così facendo ci saranno complessivamente 3 zone termiche, i cui 3 pannelli master resteranno collegati al supervisore.

### **Tubazioni**



---

## Generalità

Il dimensionamento dei circuiti acqua dovrà essere fatto limitando la perdita di pressione per metro lineare, tenendo sempre conto di non superare velocità tali da generare rumorosità, erosione, ecc.

## Criteri Di Posa

Le tubazioni dovranno essere posate con distanze sufficienti a consentirne lo smontaggio ed a permettere la corretta esecuzione del rivestimento isolante.

Il percorso dovrà essere tale da consentire il completo svuotamento delle tubazioni e l'eliminazione dell'aria. Nei percorsi aerei orizzontali, le tubazioni di acqua fredda dovranno, in linea di principio, stare in posizione sottostante alle tubazioni percorse dai fluidi caldi.

## Supporti

Le tubazioni flessibili vanno supportate in modo continuo. Le tubazioni rigide dovranno essere sostenute con supporti dimensionati in base a:

- peso delle tubazioni, valvole, raccordi, rivestimento isolante ed in generale di tutti i componenti sospesi;
- sollecitazioni dovute a sisma, prove idrostatiche, colpo d'ariete, intervento di valvole di sicurezza;

I supporti dovranno essere del tipo a collare pensile zincati con un campo di oscillazione massima di 12° (6° x 2).

La posizione dei supporti dovrà essere scelta in base a:

- dimensione delle tubazioni;
- configurazione dei percorsi;
- presenza di carichi concentrati (valvole, ecc.);
- strutture disponibili per l'ancoraggio (profilati ad omega, tasselli ad espansione a soffitto, mensole a parete, staffe con sostegni apribili a collare).

Essi dovranno, in ogni caso, essere facilmente smontabili e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni, impiegando del materiale antivibrante tra tubazioni e supporti. Tutti i supporti e gli staffaggi tubazioni si intendono compensati nel prezzo della tubazione.

La distanza massima ammissibile tra i supporti è data dalla seguente tabella:

Diametro tubazioni (diametro nominale)	Distanza in orizzontale (m)	Distanza in verticale (m)
DN 20 o inferiore	1,5	1,6
DN 20 - DN 40	2,0	2,4
DN 50 - DN 65	2,5	3,0
DN 80	3,0	4,5
DN 100 - DN 125	4,2	5,7
= DN 150	5,1	8,5

## Tubazioni in acciaio

Le tubazioni da utilizzare dovranno essere del tipo in acciaio nero non legato adatte alla saldatura e alla filettatura, del tipo senza saldatura (Mannesmann), serie UNI EN 10255 fino al diametro di 2" compreso, e della serie UNI EN 10216 per i diametri superiori.

In generale tutti gli staffaggi, supporti, punti fissi, giunti di dilatazione, raccordi, curve, tee, riduzioni, accessori sono da intendersi compensati nel prezzo delle tubazioni.

Per le dimensioni si fa riferimento alla seguente tabella:

Diametro Nominale (inch)	Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Massa lin. (kg/m) (*)
3/8	17.2	2.3	0.84
1/2	21.3	2.6	1.21
3/4	26.9	2.6	1.56
1	33.7	3.2	2.41
1 1/4	42.4	3.2	3.1
1 1/2	48.3	3.2	3.56
2	60.3	3.6	5.03
2 1/2	76.1	3.6	6.42
3	88.9	4.0	8.36
4	114.3	4.5	12.2

### Prescrizioni di Posa

E' ammesso compensare le dilatazioni dei tratti rettilinei con i bracci relativi ai cambiamenti di direzione delle tubazioni, sempre che non si vengano a creare spinte eccessive non compatibili con le strutture esistenti e le apparecchiature collegate.

Dovranno essere previsti gli opportuni punti fissi e guide. Dove necessario verranno installati opportuni giunti di dilatazione di tipo assiale a soffietto in acciaio inox.

Nel caso di posa di tubazioni incassate in pavimento od a parete le tubazioni saranno rivestite con guaine isolanti aventi sia la funzione di consentire l'eventuale dilatazione oltre che di proteggere le superfici contro eventuali aggressioni di natura chimica.

Il collegamento delle tubazioni alle varie apparecchiature quali pompe, scambiatori, serbatoi, valvolame, ecc. dovrà essere sempre eseguito con flange o con bocchettoni in tre pezzi.

Le riduzioni dovranno essere eseguite con le seguenti lunghezze:

DN 50 ÷ 150	L = 15 cm
DN 200 ÷ 300	L = 30 cm
DN 400 ÷ 600	L = 45 cm

Le riduzioni potranno essere concentriche oppure eccentriche in relazione alle varie esigenze. Tutte le tubazioni non zincate, staffaggio compreso, dovranno essere pulite prima o dopo il montaggio con spazzola metallica onde preparare le superfici alla successiva verniciatura che dovrà essere fatta con due mani di antiruggine resistente alla temperatura del fluido passante, ognuna di colore diverso; la seconda mano sarà applicata solo dopo approvazione del Committente. A seguire sarà applicata una doppia mano finale a smalto.

Le selle dei supporti mobili dovranno avere una lunghezza tale da assicurare che essi, sia a freddo che a caldo, appoggino sempre sul rullo sottostante. In prossimità ai cambiamenti di direzione del tubo occorre prestare particolare attenzione nella scelta della lunghezza del rullo, in considerazione dell'eventuale movimento del tubo nel senso trasversale al suo asse. La lunghezza minima del tirante non dovrà essere inferiore ai valori riportati nella seguente tabella:

Distanza dal punto fisso	Lunghezza min del tirante
sino 20 m	0,30 m
sino 30 m	0,70 m
sino 40 m	1,20 m

Nel caso lo spazio disponibile non consentisse le prescritte lunghezze dei tiranti, bisognerà ricorrere a sospensioni a molla.

In ogni caso tutti i supporti dovranno essere preventivamente studiati, disegnati e sottoposti all'approvazione del Committente. Non saranno accettate soluzioni improvvisate o che non tengano conto del problema della trasmissione delle vibrazioni, delle esigenze

---

di realizzazione degli isolamenti, dell'esigenza di ispezionabilità e sostituzione, delle esigenze dettate dalle dilatazioni (punti fissi, guide, rulli, ecc.).

Il diametro dei tiranti sarà in accordo con la seguente tabella:

<b>DIAM. TUBO</b>	<b>DIAM. TIRANTE</b>
fino a 2»	8 mm
2 1/2»-4»	10 mm
5» ÷ 8»	16 mm

### **Saldature**

L'unione dei tubi dovrà avvenire mediante saldature eseguite da saldatori qualificati.

Le giunzioni delle tubazioni aventi diametro inferiore a DN 50, verranno di norma realizzate mediante saldatura autogena con fiamma ossiacetilenica.

Le giunzioni delle tubazioni con diametro superiore verranno eseguite di norma all'arco elettrico a corrente continua.

Non sono ammesse saldature a bicchiere ed a finestre, cioè quelle saldature eseguite dall'interno attraverso una finestrella praticata sulla tubazione, per quelle zone dove non è agevole lavorare con il cannello all'esterno.

Le tubazioni dovranno essere, pertanto, sempre disposte in maniera tale che anche le saldature in opera possano essere eseguite il più agevolmente possibile; a tal fine le tubazioni dovranno essere opportunamente distanziate fra loro, anche per consentire un facile lavoro di coibentazione, come pure dovranno essere sufficientemente distaccate dalle strutture dei fabbricati.

Particolare attenzione dovrà essere prestata per la saldatura di tubazioni di piccolo diametro (< 1") per non ostruire il passaggio interno. Anche per questo scopo si dovrà possibilmente limitare l'uso di tubazioni diam. 3/8" solo per realizzare sfoghi aria.

L'unione delle flange con il tubo dovrà avvenire mediante saldatura elettrica od autogena.

L'Appaltatore è tenuto a far eseguire da ditte specializzate a propria cura e spese, verifiche a ultrasuoni su campioni di saldatura (circa 10% del totale) espressamente indicati dal Committente. Di dette prove l'Appaltatore dovrà fornire al Committente i relativi certificati di prova.

### **Tubazioni per Acqua Calda di Riscaldamento e Refrigerata**

Il collegamento di unione dei tubi fra loro, nonché fra essi ed i pezzi speciali (curve, raccordi, flange), dovrà essere realizzato mediante saldatura di testa.

Le giunzioni saranno realizzate con saldatura (UNI EN ISO 2560), flange o filettatura, a seconda dei casi.

Le giunzioni saldate delle tubazioni di diametro inferiore a 2" dovranno essere realizzate mediante saldatura autogena con fiamma ossiacetilenica. Le giunzioni saldate su tubazioni di diametro superiore dovranno essere eseguite all'arco elettrico a corrente continua.

L'unione delle flange con la tubazione dovrà avvenire mediante saldatura elettrica od autogena.

Le flange dovranno essere del tipo a saldare di testa UNI EN 1092 – 1 secondo la pressione nominale di esercizio, e dovranno avere la superficie di tenuta secondo la stessa norma.

Le giunzioni filettate dovranno essere conformi alla norma UNI ISO 7/1.

I raccordi e pezzi speciali dovranno essere in acciaio con estremità filettate (UNI EN 10241) o saldate (EN 10253-1).

---

Per le variazioni di direzione, dovranno essere impiegate curve in acciaio stampato: dette curve saranno complete per le variazioni di direzione a 90°, doppie per le variazioni di direzione a 180°, sezionate opportunamente per tutti i rimanenti casi.

Le tubazioni dovranno essere messe in opera a perfetta regola d'arte; si prescrive, in particolare, che risulti assicurata la linearità dei tubi aventi gli assi fra loro allineati, i tratti verticali risultino perfettamente a piombo, gli orizzontali risultino perfettamente in bolla. Fanno eccezione, a quest'ultimo proposito, i tratti orizzontali appartenenti a circuiti per i quali siano date, sui disegni di progetto, esplicite indicazioni concernenti la direzione ed il valore da assegnare alla pendenza.

I pattini di appoggio dei tubi sulle staffe non dovranno essere collegati direttamente con la superficie del tubo, in quanto ciò darebbe luogo a ponti termici in grado di provocare formazioni di condensa, con susseguenti gocciolamenti, durante la stagione estiva, per i tubi acqua refrigerata; fra ciascun pattino ed il tubo occorre interporre anelli di legno (o materiale equivalente) aventi spessore uguale a quello dell'isolamento o resistenza termica tale che, tenuto conto dello spessore precedentemente definito, la trasmissione del calore non conduca alla formazione di condensa.

Intorno ad ogni anello dovrà essere montata una staffa in piatto (divisa in due parti uguali da unire mediante bulloni completi di dado) sulla quale sarà poi fissato il pattino vero e proprio.

Il dimensionamento (nonché la scelta del tipo di materiale) di questi dispositivi, dovrà essere tale da consentire loro di sopportare il peso proprio (tubo più acqua, più isolamento termico), nonché gli sforzi a cui possono essere assoggettati in tutte le possibili condizioni di funzionamento.

Il circuito dovrà essere equipaggiato dei dispositivi per lo sfogo dell'aria in ciascun "punto alto" e di quelli per lo scarico dell'acqua da ciascun "punto basso"; per punto alto si intende quello nel quale, rispetto al senso di moto dell'acqua all'interno del tubo, la quota del tubo diminuisce spostandosi verso monte oppure verso valle; per punto basso si intende quello nel quale, con la medesima convenzione ora esposta, la quota del tubo aumenta spostandosi verso monte oppure verso valle.

Nella realizzazione pratica dei tubi alti dovranno essere osservate le seguenti prescrizioni:

- è consentito l'uso dei dispositivi del tipo a sfogo automatico dell'aria, solo per lo sfogo di brevi tratti di tubazione;
- il collegamento fra un punto alto ed il tubo facente parte del dispositivo di sfogo aria, dovrà essere realizzato con modalità tali che l'aria, una volta accumulata nel punto alto, non incontri alcuna difficoltà ad abbandonare la tubazione costituente il circuito: ciò in una qualsiasi delle condizioni di funzionamento (velocità dell'acqua al valore di progetto oppure velocità dell'acqua nulla);
- immediatamente al di sopra del punto di collegamento con la tubazione del circuito principale, ciascuno sfogo d'aria dovrà comprendere un barilotto in acciaio nero, avente una capacità non inferiore a 0,4 dmc, destinato a contenere tutta l'aria che tendesse a raccogliersi nel punto alto durante l'intervallo di tempo compreso fra 2 successive manovre di spurgo. Al di sopra del barilotto ora menzionato, il tubo di sfogo dovrà riprendere il diametro iniziale, essere curvato a 180° e scendere verso il basso fino a quota +1,40 m dal pavimento, dove dovrà essere installato il rubinetto per la manovra di sfogo.
- il rubinetto di sfogo dovrà essere del tipo a sfera.
- immediatamente al di sotto del rubinetto ora menzionato, dovrà essere installato un imbuto collegato con la rete di scarico. Le dimensioni e la forma dell'imbuto,

---

nonché la posizione relativa "rubinetto/imbuto", dovranno risultare tali che non si verifichino fuoriuscite di acqua (per traboccamento oppure in seguito a spruzzi) durante la manovra di sfogo e, contemporaneamente, l'operatore possa seguire senza incertezza le varie fasi di eliminazione dell'aria.

- il sistema di ancoraggio alle strutture del dispositivo di sfogo aria dovrà possedere caratteristiche di rigidità e robustezza tali che non si verifichino spostamenti durante le manovre del rubinetto, né vibrazioni durante i transitori di pressione conseguenti all'afflusso di acqua mescolata con aria;

- si raccomanda, di raggruppare, dove possibile, su unico imbuto più sfoghi d'aria; è vietato invece riunire più tubazioni di sfogo su unico rubinetto perché altrimenti si originerebbero circolazioni parassite di acqua in grado di influire negativamente sul buon funzionamento dell'impianto.

Per quanto riguarda i dispositivi di scarico dei punti bassi, valgono le medesime prescrizioni date per gli sfoghi d'aria, a proposito del rubinetto e dell'imbuto di raccolta e scarico: non risulta invece necessaria l'installazione del barilotto, mentre il collegamento dovrà essere realizzato nel punto più basso del tratto del circuito da vuotare.

### **Tubazioni in Acciaio Zincato**

Dette tubazioni saranno realizzate in acciaio senza saldatura, zincate, serie gas normale secondo UNI 8863/87 (ex 3824-74).

I tubi in acciaio zincato dovranno rispondere alle norme UNI 8863/87 (ex 3824), UNI 4148, UNI 4149 e UNI 6363.

Le tubazioni non dovranno essere piegate a caldo oppure a freddo per angoli superiori a 45° e non dovranno essere sottoposte a saldature sia autogena che elettrica. Le estremità dei tubi dopo il taglio e la filettatura dovranno essere prive di bave ed in caso dovranno essere fresate.

E' prescritto l'uso dei bocchettoni a tre pezzi a filetto conico ogni 10 m e comunque là dove è necessario per rendere facile la smontabilità.

L'impiego di riduzioni è obbligatorio sulle diramazioni a T inferiori di 2" alla dimensione della tubazione principale.

I lubrificanti per il taglio e i prodotti per la tenuta non possono contenere:

-oli minerali o grafite;

-additivi solubili o no, contenenti prodotti a base di cloro, fosforo e zolfo;

-sostanze in genere che possono compromettere la potabilità dell'acqua.

Le filettature per le giunzioni a vite dovranno essere del tipo normalizzato con filetto conico. Le filettature cilindriche non sono ammesse quando si dovrà garantire la tenuta.

### **Tubazioni In Rame**

#### **Generalità**

I tubi saranno del tipo senza saldatura UNI 6507-69, serie leggera fino al diametro 54 mm. per pressioni di esercizio fino a 24,5 bar (25 Kg/cmq.) e nei diametri da 63 a 100 mm. per pressioni di esercizio fino a 15,7 bar (16 Kg/cmq.); serie pesante fino al diametro 54 mm. per pressioni di esercizio fino a 41,2 bar (42 Kg/cmq.) e nei diametri da 63 a 100 mm. per pressioni di esercizio fino a 20,6 bar (21 Kg/cmq.).

Tali tubazioni possono essere impiegate per:

-convogliamento di acqua a qualsiasi temperatura, in circuiti aperti e chiusi;

-convogliamento di vapore acqueo;

-convogliamento di combustibili liquidi;

- 
- convogliamento di fluidi frigoriferi alogenati;
  - convogliamento di aria compressa sia nelle distribuzioni principali che nelle derivazioni;
  - formazione della rete degli scarichi di condensa;
  - convogliamento di combustibili gassosi.

I raccordi saranno di rame, fabbricati partendo dal tubo, oppure in ottone o bronzo e saranno sottoposti alle stesse prove indicate dalla UNI 5649/1°-71 per i tubi di rame. I raccordi misti, a saldare e a filettare, saranno impiegati per collegare tubazioni di rame con tubazioni in acciaio oppure con le rubinetterie ed i loro accessori. I raccordi a saldare saranno impiegati nelle giunzioni fisse.

Nel caso che il raccordo necessario non fosse reperibile in commercio, previa autorizzazione della Direzione Lavori, verranno eseguite derivazioni dirette senza l'impiego dei raccordi; in tale evenienza la derivazione sarà realizzata con saldobrasatura forte.

Nell'eseguire le derivazioni saranno impiegate le speciali attrezzature per preparare le parti da collegare, seguendo le particolari istruzioni per l'impiego delle attrezzature stesse.

I tubi di diametro superiore a 20 mm. saranno curvati con macchine curvatrici automatiche o semiautomatiche. In presenza di tubo allo stato crudo il tratto di tubo da curvare sarà preventivamente riscaldato.

Le giunzioni del tipo smontabile dovranno essere del tipo a cartella e la cartellatura del tubo dovrà essere effettuata impiegando l'apposita cartellatrice, oppure con tenute del tipo ad anello conico e ghiera di serraggio.

Le giunzioni a brasare saranno effettuate utilizzando leghe per brasatura forte all'argento con l'impiego di adatti disossidanti al borace.

Le giunzioni fra tubi di ferro e tubi di rame dovranno essere realizzate mediante raccordi in ottone o bronzo, evitando il contatto diretto rame-ferro.

Il fissaggio ed il sostegno dei tubi verrà effettuato mediante supporti, staffe, piastre a muro, collari e simili in materia plastica.

La conformazione dei predetti pezzi speciali sarà tale da non deformare il tubo e da consentirne la rimozione senza dover smurare il pezzo.

Nel collegamento in opera delle tubazioni in rame dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- nei circuiti aperti i tubi di rame non precederanno mai i tubi di acciaio; l'acqua dovrà scorrere sempre dai tubi di acciaio verso i tubi di rame, così da evitare la possibilità di corrosione dei tubi di acciaio dovuta ad eventuali particelle di rame trasportate dall'acqua;
- per le unioni tra i tubi di acciaio e i tubi di rame dovranno sempre essere impiegati raccordi di bronzo o di ottone;
- le giunzioni incassate saranno protette con rivestimenti tali da consentire alle tubazioni stesse liberi movimenti;
- per il fissaggio delle tubazioni verranno impiegate soltanto viti, bulloni, staffe, collari, supporti e simili in leghe che impediscano il possibile formarsi di una coppia voltaica col rame stesso;
- le tubazioni installate in vista saranno sostenute con adatti pezzi speciali posti a distanza non maggiore di 150 cm. per tubi di diametro fino a 25 mm., e non maggiore di 250 mm. per i diametri superiori.

## **Tubazioni per gas e liquidi refrigeranti**

---

Le tubazioni dovranno essere conformi alle caratteristiche tecniche previste dalla normativa europea in materia di condizionamento e al trasporto dei fluidi frigorigeni (R410A, R407C).

La particolare pulizia della superficie interna del tubo rende il prodotto adatto al trasporto di gas frigorigeni.

Si potranno usare tubi di rame prodotti secondo la norma UNI EN 12735-1, anche in rotoli, preisolati in polietilene espanso a cellule chiuse di dimensioni regolari e distribuite uniformemente (UNI 10376).

La guaina isolante dovrà essere prodotta nel pieno rispetto del regolamento europeo reg. CEE/UE 2037/2000 che impone l'utilizzo di guaine coibenti espanse senza l'impiego di CFC e HCFC, e rivestite con pellicola protettiva esterna in polietilene volta ad impedire la formazione di condensa sulla parete esterna del prodotto.

### **Verniciature**

Tutte le tubazioni e apparecchiature in acciaio nero e tutti i materiali metallici non zincati costituenti mensole, ecc. dovranno essere verniciate con due mani di "antiruggine" di colore diverso e successivamente da due mani finali di vernice a smalto nel colore e tipo stabilito dal Committente.

Le superfici da proteggere dovranno essere pulite a fondo con spazzola metallica e sgrassate.

La prima mano di antiruggine sarà a base di minio di piombo e olio di lino, applicata a pennello, la seconda a base di minio di cromo con l'impiego in totale di una quantità di prodotto non inferiore a 0,4 kg per mq di superficie da proteggere, qualora la prima mano risulti applicata a pie d'opera si dovrà procedere ai necessari ritocchi e ripristini (con tubazione in opera) prima della stesura della seconda mano.

Le due mani di vernice non potranno essere applicate contemporaneamente.

Prima del posizionamento sugli appoggi e delle operazioni di saldatura, le verghe di tubo dovranno essere verniciate antiruggine con una prima mano di minio sintetico, data a pennello previa accurata pulitura e scartavetratura della superficie corrispondente.

Tutte le linee dovranno essere identificate mediante applicazione di fasce o bande segnaletiche (tubi coibentati e/o zincati) o con colorazioni caratteristiche a smalto da concordarsi con il Committente (tubi neri e staffaggi).

Le verniciature, le colorazioni caratteristiche e gli accessori di identificazione di tubazioni e apparecchiature dovranno essere in accordo alla normativa UNI 5634-65P del 9.1965.

### **Rivestimenti Isolanti**

#### **Rivestimenti Per Tubazioni Acqua Impianti Climatizzazione**

L'isolamento delle tubazioni degli impianti di condizionamento e refrigerazione verrà eseguito con prodotto isolante flessibile estruso a celle chiuse a base di gomma sintetica espansa di colore nero avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- a) Temperatura minima d'impiego: - 40 °C;
- b) Temperatura massima d'impiego: + 105 °C;
- c) Conducibilità termica (controllata secondo norme DIN 52612 e DIN 52613):
  - a - 40 °C 0,032 W/mK
  - a - 20 °C 0,034 W/mK
  - a 0 °C 0,036 W/mK
  - a + 10 °C 0,037 W/mK

a + 20 °C 0,038 W/mK

a + 40 °C 0,040 W/mK

d) Fattore di resistenza alla diffusione del vapore (certificato secondo norme DIN 52612 e UNI 9233): = 3000;

e) Coefficiente di diffusione del vapore acqueo

a normale press.atm. e temp. 0°C: 0,21x10<sup>-9</sup> kg/mhPa

a normale press.atm. e temp. 23°C: 0,23 x 10<sup>-9</sup> kg/mhPa

f) Reazione al fuoco: I materiali dovranno essere corredati di certificato di reazione al fuoco in una delle seguenti classi: A2L-s1,d0; A2L-s2,d0; A2L-s3,d0; A2L-s1,d1; A2L-s3,d1; BL-s1,d0; BL-s2,d1.

g) Dichiarazione di conformità: art.2 comma 2.7 e art.8 comma 8.4 del D.M. 26/6/1984

h) Assorbimento acustico (DIN 4109): Riduzione dei rumori fino a 30 dB(A)

i) Posa in opera con idoneo adesivo e detergente.

Gli spessori saranno in accordo alle seguenti tabelle:

CONDUTTIVITA' TERMICA UTILE DELL'ISOLANTE	DIAMETRO ESTERNO TUBAZIONE (MM)					
	FINO A 19	DA 20 A 39	DA 40 A 59	DA 60 A 79	DA 80 A 99	OLTRE 100
0.03	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.04	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

Gli spessori potranno subire le riduzioni previste dalla Legge 10/91 per le zone interne all'edificio.

Tutti i componenti dei circuiti di acqua refrigerata (valvole, filtri, flange, ecc.) dovranno essere isolati con lastre di caratteristiche analoghe a quelle descritte per le tubazioni.



---

## **Finitura**

Tutte le tubazioni dovranno essere rivestite con lamierino di alluminio dello spessore di 6/10 mm. Tutti i componenti puntuali (valvole, ecc) dovranno essere rivestiti con scatole smontabili, contenenti l'isolamento sopra specificato.

## **Compartimentazione**

L'attraversamento di pareti e/o solai di compartimentazione da parte delle tubazioni in acciaio dovrà avvenire mediante l'utilizzo di barriere passive resistenti al fuoco per un tempo pari a quello della parete attraversata, costituite da foglio in gomma espandente senza alogeni EHF o equivalenti, stucco resistente al fuoco di tipo siliconico od equivalente, pannello in lana minerale ad alta densità.

L'attraversamento di pareti e/o solai di compartimentazione da parte delle tubazioni in PVC o in PEAD dovrà avvenire mediante l'utilizzo di opportuni manicotti tagliafuoco espandenti certificati a tale scopo che consenta la chiusura del foro di passaggio, aventi resistenza al fuoco per un tempo pari a quello della parete attraversata.

Tutti i materiali necessari alla corretta installazione quali raccordi, barriere e manicotti tagliafuoco, curve staffaggi accessori ecc. si intendono compensati nel prezzo della tubazione.

## **Staffaggi**

Oltre a quanto indicato nel paragrafo relativo alle tubazioni si precisa quanto segue.

Gli staffaggi costituiscono l'elemento intermedio di collegamento fra i tubi e la struttura dell'edificio servito dall'impianto di cui trattasi.

Fra essi si distinguono i seguenti tipi principali:

- appoggi di scorrimento con 2 gradi di libertà;
- appoggi di scorrimento con 1 grado di libertà (guide);
- punti fissati con sospensioni elastiche.

Fatta eccezione per quest'ultima categoria, che dovrà corrispondere ai modelli prodotti da costruttori specializzati, tutte le staffe dovranno avere le indicazioni contenute nel presente capitolato.

Il dimensionamento di ciascuna staffa, nonché degli elementi per il collegamento alla struttura, dovrà essere condotto introducendo nei calcoli tutte le forze che agiscono su essa, cioè in dettaglio:

a) per gli appoggi:

- le forze verticali dovute al peso proprio della staffa;
- le forze verticali dovute al sovraccarico (peso proprio tubo, peso fluido contenuto nel suo interno, peso isolamento termico);
- le forze orizzontali dovute al prodotto del sovraccarico per il coefficiente di attrito radente fra staffe e pattini (nel caso in cui siano prescritti i rulli, dovrà essere preso in esame il coefficiente di attrito volvente);

b) per i punti fissi:

- le forze verticali dovute al peso proprio della staffa;
- tutte le forze ed i momenti trasmessi dal tubo nelle condizioni estreme di funzionamento così definite:

massima dilatazione (temperatura elevata);

massima pretensione (a freddo).

Prima dell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente i dimensionamenti degli staffaggi previsti per approvazione.

In corrispondenza alle forze precedentemente definite, dovrà essere verificato che

---

le sollecitazioni unitarie siano contenute entro i valori assimilabili e, soprattutto, che la componente della freccia massima secondo uno qualsiasi dei tre assi ortogonali di riferimento non risulti superiore a 3 mm. in valore assoluto.

Prima della messa in opera, tutte le staffe dovranno essere verniciate con antiruggine e vernice a smalto, secondo quanto previsto all'apposito capitolo.

Il collegamento fra ciascuna staffa e la struttura dell'edificio dovrà essere realizzato con l'impiego di tasselli autoperforanti per cemento armato e successiva sigillatura con malta di adatte caratteristiche; è invece vietato l'impiego di chiodi a sparo.

Sulle strutture in calcestruzzo prefabbricato è consentito solo l'uso di tasselli autoperforanti, se non altrimenti predisposto.

N.B. Gli organi di fissaggio dovranno essere di tipo smontabile così da permettere una rapida rimozione delle condutture.

## **OPERE CIVILI PER IMPIANTI TECNOLOGICI**

Nel seguito sono descritte le modalità esecutive delle opere civili che potrebbero rendersi necessarie per l'esecuzione dei lavori oggetto del presente progetto. Resta inteso che non tutte le lavorazioni evidenziate nei paragrafi successivi fanno parte dell'intervento; esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

L'Impresa dovrà in ogni caso presentare alla DL, entro 30gg dalla data del Verbale di Consegna dei Lavori o in accordo con il piano temporale, i disegni e le descrizioni di dettaglio di tutte le opere murarie ritenute necessarie al compimento degli impianti, perché la DL possa valutare eventuali interferenze con le strutture e coordinare i lavori nel modo migliore.

Ogni onere relativo allo smantellamento di opere e allo spostamento degli impianti già eseguiti, a causa del ritardo dell'Impresa nella presentazione dei disegni di cui sopra, sarà imputato alla stessa ed iscritto negli Stati di Avanzamento e nello Stato Finale. Il valore del danno, a carico dell'Impresa sarà stabilito, insindacabilmente, dalla DL .

## **Scavi**

Preliminarmente all'esecuzione delle opere di scavo l'Appaltatore deve procedere ai tracciamenti necessari per la definizione esatta della collocazione dei centri luminosi e di altre ed eventuali apparecchiature (ad esempio i quadri elettrici).

Inoltre l'Impresa è obbligata ad assumere le informazioni necessarie per accertarsi se nella sede dei medesimi vi siano tombini, fognature, acquedotti, elettrodotti, cavi telefonici, gasdotti, oleodotti, o altri manufatti interrati ed a prendere tutti i provvedimenti e misure necessarie per eseguire le opere senza danneggiare detti manufatti nella realizzazione dei relativi sottopassaggi, incroci, parallelismi, restando a suo carico ogni responsabilità per danni e ripristini e per le pratiche burocratiche inerenti all'autorizzazione da rilasciare da parte degli Enti interessati.

Negli scavi devono essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e obbligata a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle sezioni corrette.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

---

Gli scavi e i trasporti devono essere eseguiti con mezzi d'opera e manodopera adeguati. In ogni caso deve essere assicurato il regolare smaltimento e deflusso delle acque di qualunque provenienza.

I materiali provenienti dagli scavi, e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, devono essere portati a rifiuto in zone disposte a cura e spese dell'Impresa, quelli invece utilizzabili, ed esuberanti le necessità di lavoro, devono essere portati, sempre a cura e spese dell'Impresa, su aree indicate dalla Direzione Lavori. Sono compensati fra gli oneri degli scavi l'abbattimento e/o potature di piante, l'estirpazione di ceppaie e radici nella zona di pertinenza degli scavi stessi. Durante la fase di scavo dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.

Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiale di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso o a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evitare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico.

Il reinterro di tutti gli scavi necessari per la collocazione dei cavidotti e dei pozzetti, dopo l'esecuzione dei getti, é compensato con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada devono essere disposti opportuni avvisi.

In ogni modo l'impresa deve rendere possibile in posizioni opportune, lo scambio dei veicoli.

L'Impresa assume la responsabilità di eventuali danni od a persone od a cose derivanti dalla mancata od insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie.

Costituisce onere per la Ditta anche la stesura progressiva di materiale occorrente per dare alla pavimentazione stradale la sua primitiva consistenza e sagoma.

Il materiale di scavo eccedente, dopo l'eventuale costipamento del materiale di reinterro, deve essere portato a discarica autorizzata a propria cura e spese.

Per garantire la continuità del transito si devono costruire adeguate passerelle provvisorie, salvo diverse autorizzazioni concesse dalla Stazione Appaltante circa temporanee sospensioni o diversioni del transito.

Per evitare che il dissesto dipendente dall'apertura delle trincee si estenda a tratti di eccessiva lunghezza, resta stabilito che non possono essere mantenuti aperti tronchi di trincea estesa superiore ai metri 50, salvo diversa indicazione da parte della DL o della SA.

Per gli scavi su strade e simili devono essere osservate le norme di sicurezza del Codice della Strada.

### **Scavi per tubazioni**

Lo scavo per la posa delle tubazioni dovrà essere realizzato in modo tale che sia perfettamente rispettato lo sviluppo di progetto.

In ogni caso, salvo impedimenti o diversa indicazione, la profondità dello scavo dovrà essere di almeno 60cm e la larghezza minima di 30cm

Gli scavi necessari per la posa dei cavidotti saranno eseguiti a pareti quanto più

---

possibile regolari, con la minima larghezza compatibile con la natura della terra e con il diametro esterno del tubo, ricavando, ove sia necessario, opportuni allargamenti e nicchie. I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere depositati nella trincea a ricoprimento delle tubazioni posate solo nel caso il materiale sia ritenuto idoneo a giudizio della D.L., altrimenti dovrà essere trasportato a discarica autorizzata in modo da ostacolare il meno possibile la viabilità e lo scolo delle acque.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- a)** Il taglio del tappetino bituminoso e del sottofondo in agglomerato, se presenti, dovrà avvenire mediante l'impiego di adeguati mezzi meccanici (fresatrice, sega a taglio, ecc...). Il taglio avrà una profondità minima di 20 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica
- b)** Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate negli elaborati di progetto
- c)** Fornitura e posa, su letto di sabbia predisposto, di tubazioni corrugate flessibili in polietilene, a sezione circolare, in numero e diametro indicati negli elaborati di progetto
- d)** Formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua
- e)** Sopra il cavidotto, circa 10-15 cm sopra il limite superiore, dovrà essere collocato un nastro avvisatore di colore rosso, compreso nel prezzo dello scavo, con evidenziato il nome dell'impianto di appartenenza
- f)** Il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dagli elaborati grafici. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo. Laddove non risulti possibile rispettare la profondità di posa indicata negli elaborati di progetto si dovrà valutare l'opportunità di utilizzare tubazioni in acciaio zincato anziché in polietilene ed in ogni caso lo scavo dovrà essere riempito interamente, salvo il letto di sabbia ed eventuali strati bituminosi superficiali, con getto in cls
- g)** Ogni strato del reinterro dovrà essere costipato mediante adeguati mezzi meccanici; inoltre nel caso di scavo su asfalto, il tappeto di usura dovrà essere steso dopo un periodo di assestamento di 10/15 giorni

## **Pozzetti**

### **Pozzetto prefabbricato con chiusino in ghisa**

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- a)** Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto
- b)** Formazione di platea in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua
- c)** Posa del pozzetto prefabbricato costituito da un elemento a cassa, con due fori di drenaggio. Il manufatto, di calcestruzzo vibrato, dovrà avere sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone

---

circolari con parete a spessore ridotto

**d)** Inserimento delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo

**e)** Fornitura e posa di chiusino in ghisa (grigia o sferoidale a seconda delle indicazioni evidenziate negli elaborati di progetto, completo di telaio, per traffico incontrollato, luce netta 40x40 cm, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio

**f)** Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente

**g)** Trasporto del materiale scavato eccedente

**h)** Ripristino del suolo pubblico originario

Tutti i pozzetti saranno senza fondo, o comunque con adeguati fori per evitare il ristagno dell'acqua.

### **Plinti di sostegno pali**

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

**a)** Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco

**b)** Formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 315 per metro cubo di impasto

**c)** Esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma di dimensioni e geometria adeguata

**d)** Fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 50 mm per l'ingresso dei cavi

**e)** Riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente

**f)** Sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compresa nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

Dimensioni maggiori dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non daranno luogo a nessun ulteriore compenso.

### **Attraversamenti interrati**

Gli attraversamenti interrati serviranno per sottopassare strade o altre opere esistenti e potranno intersecare sia ortogonalmente che obliquamente le opere stesse. L'esecuzione sarà eseguita da fosse di spinta debitamente predisposte, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire. L'infissione potrà anche avvenire contrastando l'attrezzatura di spinta con palancolate laterali infisse nel terreno prima dell'esecuzione dello scavo. La condotta da infiggere nel terreno sarà costituita da tubi in acciaio, tipo Fe 510 saldati, il tutto come da disegni di progetto. Gli attraversamenti stradali avranno all'interno del tubo "guaina" un tubo di acciaio o ghisa sferoidale dotato di opportuni distanziatori in modo da alloggiare equamente nella guaina stessa.

La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser e comunque saranno accettati spostamenti

---

relativi sulla pendenza di progetto non maggiori di circa il 20%.

Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24/11/1984, con D.M. n. 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n. 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia.

Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

## **ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE**

### **Verniciature**

Tutte le tubazioni, gli staffaggi, le carpenterie in acciaio se non zincate, devono essere verniciate con due mani di antiruggine, di differente colore previa spazzolatura e pulizia delle superfici.

Le tubazioni e gli staffaggi sono verniciate con una mano di primer se zincate e 2 di antiruggine se in acciaio nero, spessore 50  $\cdot$  m e quindi con due mani di smalto oleosintetico a finire nei colori distintivi dei fluidi convogliati.

### **Etichettatura ed individuazione componenti**

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, l'Appaltatore deve individuare ed etichettare tutte le apparecchiature ed i circuiti degli impianti eseguiti, quali :

- a) ventilatori
- b) pompe
- c) aerotermi
- d) quadri elettrici
- e) valvolame

Le targhette debbono essere realizzate in alluminio serigrafato dimensioni 120x60 mm, con scritte nere e devono essere installate sui componenti a mezzo di viti, collari o catenelle, in posizione ben visibile.

Inoltre devono essere accuratamente indicate le posizioni che dovranno assumere le valvole, gli interruttori, i selettori, etc.

Devono inoltre essere individuati tutti i circuiti idraulici ed elettrici, a mezzo di etichette adesive colorate, dim. 150x50 mm; le etichette debbono riportare il nome del circuito.

## **Materiali per opere metalliche**

### **Materiali ferrosi**

Devono essere esenti da scorie, solfature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

Essi devono soddisfare a tutte le prescrizioni contenute nel D.M. 9 Gennaio 1996 pubblicato sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 29 del 5 Febbraio 1996.

In particolare:

- a) gli acciai laminati a caldo, in profilati, barre, piatti, lamiere, profilati cavi, devono essere del tipo Fe 430 con  $\Delta t \cdot 430$  N/mm<sup>2</sup> ed Fe 510 con  $\Delta t \cdot 510$  N/mm<sup>2</sup>
- b) gli acciai per C.A. devono essere del tipo Fe B 44k controllati in stabilimento.

### **Carpenterie in acciaio**

---

## **Generalità**

L'Impresa tenuta all'osservanza della legge 5 novembre n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso ed a struttura metallica" nonché delle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 9 Gennaio 1996), e delle norme CNR 10011/85.

Non saranno ammessi fori e taglio con mezzi termici.

Saranno asportate tutte le sbavature e gli spigoli taglienti mediante molatura.

Saranno effettuati montaggi provvisori in officina per quanto necessario ad assicurare un corretto ed agevole montaggio in opera.

Tutte le opere metalliche sono date in opera con due mani di vernice antiruggine.

Qualora venisse prescritta la zincatura degli elementi metallici, questa deve essere eseguita a caldo secondo le norme UNI 5744/66.

## **Profilati, piatti lamiera**

Saranno impiegati esclusivamente prodotti in acciaio tipo Fe430/Fe510 "qualificati", marcati in modo inalterabile nel tempo secondo D.M. 9 Gennaio 1996 - allegato 8 - punto 2.5.

Sarà fornita la documentazione di qualificazione come da D.M. 9 Gennaio 1996 - allegato 8 - punto 2.6.

La D.L. potrà ordinare controlli in cantiere per gli acciai qualificati: se il risultato sarà favorevole all'Assuntore le spese relative gli saranno rimborsate.

Dimensioni, tolleranze e prove: secondo le relative norme UNI.

Caratteristiche meccaniche dei profilati aperti: secondo punto 2-1 prospetto 1.II del D.M. succitato.

Caratteristiche meccaniche dei profilati cavi: secondo punto 2-1 prospetto 2.II del D.M. succitato.

Composizione chimica degli acciai per strutture saldate: secondo punto 2.3 del D.M. suddetto.

Profilati in acciaio formati a freddo secondo CNR UNI 10022-85 ed UNI 7344/85.

Lamiere, larghi piatti in acciaio laminati a caldo tipo Fe360/Fe430/Fe510 per strutture saldate: secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punto 2.1.

Dimensioni, tolleranze e prove: secondo relative norme UNI.

## **Accessori**

Bulloni in acciaio inox AISI 304 secondo UNI 5737, 5739, 5588, 6592, 175

Bulloni ad alta resistenza vite 8.8 e dado 8, secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punto 2.5.

Bulloni per giunzioni ad attrito: secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punto 2.6.

Bulloni, dadi e rosette per giunzioni ad attrito con impresso il marchio di fabbrica e la classificazione secondo UNI 3740-74, 3740-82, 3740-85.

Elettrodi per saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti: secondo UNI 5132-74 e secondo D.M. 9 Gennaio 1996 punti 2.4.1 e 2.4.2.

## **Saldature**

Si premette che è fatto divieto di eseguire saldature senza il preventivo benestare della D.L.

Qualora la D.L. ammetta l'impiego di saldature in opera, queste saranno eseguite come segue.

Tutte le saldature saranno eseguite in conformità con quanto disposto dal D.M. 9 Gennaio 1996, punti 2.4 e 7.10.3, dalle norme CNR n. 74-80 e CNR 10011-85.

Per le saldature con elettrodi rivestiti impiegare saldatori che abbiano superato, per

---

la relativa qualifica, le prove richieste dalla UNI 4634-60.

Le saldature finite dovranno risultare di sezione costante, continue, esenti da fessurazioni, solchi ai bordi del cordone, inclusioni di particelle eterogenee, soffiature per bolle gas, incollature per sovrapposizioni fredde, frastagliature, sfioriture, punture di spillo, tracce di ossidazione ed altra irregolarità e difetti.

I bordi dei profilati a contatto non dovranno risultare, a saldatura ultimata, frastagliati o bruciati per eccesso di corrente. Per saldature a più passate si dovrà aver cura tra una passata e l'altra di asportare totalmente le scorie a mezzo di picchettatura e brossatura con spazzola metallica.

### **Bullonature**

Tutti i collegamenti bullonati saranno effettuati in conformità con quanto disposto dal D.M. 9 Gennaio 1996, punto 7.3, e dalle norme CNR 10011-85, impiegando bulloni con un diametro minimo di 12 mm., salvo quanto indicato nelle tavole di progetto.

I fori saranno eseguiti rispettando le prescrizioni della norma CNR 1001-85.

I dadi dovranno essere avvitati con chiavi dinamometriche tarate per ciascun diametro di bullone.

L'uso di chiavi fisse di adeguata lunghezza è consentito solo se autorizzato dalla Direzione del Progetto.

Non sarà mai concesso l'uso di chiavi fisse con prolunga ottenuta con tubi o altro.

Non sarà ammessa, durante il montaggio, l'asolatura ottenuta col cannello, di fori non combacianti per errato tracciamento.

I bulloni necessari all'assemblaggio delle varie parti dovranno potersi infilare senza difficoltà e dovranno pervenire in cantiere in appositi contenitori.

### **Zincatura**

Il sistema di protezione dovrà essere eseguito nel modo seguente:

**a)** Preparazione

**b)** Zincatura per immersione a caldo secondo SS UNI E 14.07.000.0

Quantità minima di zinco:

**a)** 500 g/mq per profilati, tubi, piatti, ecc.

**b)** 375 g/mq per dadi e bulloni

Lo zinco da impiegare nel bagno dovrà essere almeno di qualità Zn 99,9 secondo UNI 2013.

Lo strato di zinco dovrà presentarsi uniforme ed esente da incrinature, scaglie, scorie ed analoghi difetti. Esso dovrà aderire tenacemente alla superficie del metallo base.

Il controllo sarà effettuato in base alla CEI 7-6.

Sulle parti filettate, dopo la zincatura, non si dovranno effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo utensile ad eccezione della filettatura dei dadi.

Dopo la zincatura i dadi dovranno potersi avvitare agevolmente ai rispettivi bulloni e le rosette elastiche, gli spinotti, i colletti filettati ed i bulloni non dovranno avere subito deformazioni od alterazioni delle loro caratteristiche meccaniche.

## **VERIFICHE E PROVE**

### **VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI**

Esse consistono in prove e verifiche eseguite dalla DL in contraddittorio con la Ditta. Esse saranno effettuate durante l'esecuzione dei lavori in cantiere, in officina o eventualmente presso laboratori universitari o appartenenti al sistema SIL.



---

In particolare saranno oggetto di prove di accettazione in officina (del costruttore o della Ditta) o presso laboratori certificati componenti di impianto "prefabbricati" quali quadri elettrici, trasformatori, gruppi di continuità, gruppi elettrogeni, apparecchi illuminanti, cavi, canalizzazioni, ecc.... Scopo delle prove consiste nel verificare che le apparecchiature corrispondano alle prescrizioni tecniche di progetto e/o di contratto.

In cantiere saranno in particolare eseguite le verifiche prescritte dalla normativa tecnica (vedi ad esempio CEI 64-8, CEI 64-14, CEI 11-1) relativamente agli completi o a parte di essi. Tali verifiche dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge ed alla normativa tecnica sia per quanto concerne gli aspetti costruttivi dei materiali sia per le loro modalità di installazione.

L'Appaltatore deve mettere a disposizione della DL sia il personale sia le apparecchiature necessarie per lo svolgimento delle prove.

Gli oneri sono inclusi nei prezzi unitari delle singole apparecchiature.

Relativamente a ciascuna prova ed ai relativi risultati si dovrà compilare regolare verbale.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute comunque necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

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

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

### **VERIFICHE E PROVE FINALI**

Durante l'esecuzione delle opere dovranno essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, in modo che esse risultino complete prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con il Committente ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Il materiale, le apparecchiature ed il personale per tutte le prove sopra elencate sono a carico dell'Appaltatore.

Il Direttore dei Lavori a opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente paragrafo, procederà in contraddittorio con la Ditta esecutrice alle "verifiche e prove finali" e di funzionamento, intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali.

Tali verifiche saranno eseguite in seguito alla comunicazione della Ditta al DL dell'avvenuta ultimazione dei lavori.

Se i risultati saranno positivi, salvo aspetti di dettaglio secondari e non funzionali, verrà rilasciato il certificato di ultimazione dei lavori nel quale, eventualmente, si potranno prescrivere piccole lavorazioni ancora mancanti definendone anche i tempi di effettuazione.

Le verifiche finali si possono suddividere in due parti:

- 
- c) Esami a vista: avvalendosi della documentazione "as built" accertano che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza
- d) Prove e misure: accertano la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore

### ***Verifiche e prove impianti meccanici***

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere effettuate in particolare le seguenti prove:

- prova di tutte le tubazioni, prima della chiusura delle tracce, ad una pressione non inferiore a due volte quella massima di esercizio;
- prova idraulica a freddo, a rete ultimata;

La prova idraulica a freddo avviene ad una pressione di 300 kPa superiore alla normale pressione di esercizio, mantenendo tale pressione per almeno 12 ore, onde accertarsi della perfetta tenuta delle giunzioni. Si riterrà positiva la prova quando non si verifichino fughe e deformazioni permanenti.

- prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldanti e raffreddanti, dopo che sia stata eseguita la prova di cui alla lettera b).

La prova preliminare di tenuta a caldo e di dilatazione avviene portando la temperatura al valore massimo di progetto e mantenendola tale per tutto il tempo occorrente ad una accurata ispezione dell'intera rete di distribuzione dei circuiti di centrale. Il controllo avrà inizio quando il complesso degli impianti avrà raggiunto lo stato di regime della temperatura indicata. Il risultato della prova è favorevole solo

quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti ed i vasi di espansione siano tali da contenere con largo margine di sicurezza le variazioni del volume dell'acqua dell'impianto. La prova preliminare di circolazione dell'acqua calda e refrigerata si effettua portando la temperatura dell'acqua, in partenza dai collettori, alla temperatura di progetto. Si riterrà positivo l'esito della prova quando tutti i corpi scaldanti o raffreddanti avranno l'acqua in arrivo alla dovuta temperatura, quantità e pressione;

- prove preliminari di circolazione dell'aria calda e fredda. La prova preliminare di circolazione dell'aria avviene mediante misurazione a regime della portata e della velocità dell'aria nei canali ed alle bocchette di mandata e ripresa per mezzo di anemometri. L'esito della prova sarà ritenuto positivo quando a tutte le bocchette di mandata e aspirazione, nonché alle griglie di presa aria esterna e di espulsione aria saranno misurate le portate di progetto con una tolleranza non superiore al 5%. Durante l'esecuzione dei lavori saranno anche eseguite tutte le prove e verifiche che il Committente riterrà necessarie, al fine di accertare il perfetto funzionamento dei materiali impiegati alle prescrizioni contrattuali.

A lavori eseguiti dovranno poi essere effettuati in particolare i seguenti controlli:

- controllo della distribuzione dell'aria che consisterà nel controllo visivo che i componenti della distribuzione dell'aria siano installati e regolati in modo da fornire le "migliori prestazioni", controllo dei sistemi di filtrazione dell'aria.
- controllo della distribuzione dell'acqua che consisterà nel controllo visivo che gli organi di intercettazione e di regolazione siano accessibili, controllo che siano state correttamente eseguite le procedure di pulizia e sgrassaggio delle tubazioni, controllo del riempimento e della pressurizzazione dei sistemi di espansione;
- controllo dei dispositivi di sicurezza;
- controllo dei motori elettrici e dei mezzi di trasmissione meccanica;
- controllo delle lubrificazioni.

---

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con il Committente, e di ognuna sarà redatto apposito verbale. Si intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

### ***Collaudi impianti meccanici***

I collaudi saranno eseguiti nei periodi specificati nell'ordinativo. Il collaudo provvisorio comprenderà il controllo quantitativo e qualitativo dei materiali per accertare la rispondenza alle prescrizioni della specifica tecnica. In tale occasione saranno definite tutte le varianti e l'Appaltatore dovrà consegnare i disegni aggiornati (AS BUILT) e le norme di esercizio e di manutenzione degli impianti.

I collaudi tecnici definitivi avranno lo scopo di accertare che le prestazioni degli impianti siano rispondenti agli impegni contrattuali ed alle garanzie nelle varie stagioni (estivo, mezza stagione, invernale per gli impianti di condizionamento e riscaldamento). Essi saranno effettuati con l'impianto di regolazione e controllo ultimato ed operante. Le modalità di esecuzione del collaudo tecnico definitivo saranno conformi alle procedure di collaudo concordate tra il Committente e l'Appaltatore.

Per effettuare le prove e i rilievi di collaudo verranno usati anche i seguenti strumenti messi a disposizione dall'Appaltatore:

- anemometri; - tubo di Pitot; - psicrometro; - conta giri;
- n° 6 registratori di temperatura ed umidità (giornalieri e settimanali); - misuratore dell'intensità del rumore.

Procedure di verifica all'avviamento

Durante le fasi di avviamento dovranno essere effettuate in particolare le seguenti verifiche e messe a punto:

- a) verifica di funzionamento dei motori elettrici.
  - verificare il senso di rotazione degli organi rotanti dei motori;
  - verificare i dati inerenti i dispositivi di protezione termica dei motori;
- b) verifica di tenuta dei premistoppa delle guarnizioni;
- c) messa a punto dei mezzi di trasmissione meccanica, particolarmente quelli a cinghia;
- d) verifica di funzionamento dei dispositivi di sicurezza;
- e) messa a punto delle sequenze di regolazione e loro memorizzazione;
- f) verifica di efficienza dei ventilatori;
- g) verifica di efficienza delle pompe;

h) verifica di efficienza degli scambiatori di calore;

i) verifica di efficienza dei sistemi di filtrazione dell'aria;

In sede di finitura dovrà poi essere verificato lo stato di pulizia dell'impianto (rimozione dei rivestimenti provvisori di protezione, rimozione di adesivi e targhettature non contenenti specifiche istruzioni, pulizia delle superfici di fabbrica o da non verniciare, preparazione delle superfici da verniciare) e dovrà essere controllata l'avvenuta identificazione, mediante targhette, nastri o stampigliature, di canali, tubazioni, organi di regolazione, organi di intercettazione e strumenti di misura.

### ***Procedure di collaudo***

In base a quanto previsto dalle norme citate il collaudo dovrà tendere all'accertamento del buon funzionamento dell'impianto e delle parti che lo compongono in relazione alle garanzie date.

---

Costituirà principale oggetto di collaudo il controllo effettuato a mezzo di misure dei valori delle grandezze fisiche che hanno influenza sul benessere termo igrometrico delle persone; dovranno essere controllati nella zona occupata dalle persone i valori delle seguenti grandezze: temperatura, umidità relativa, velocità dell'aria e livello del rumore.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria dovranno essere misurate grandezze quali portata d'aria esterna ed efficienza dei filtri.

Si dovranno eseguire almeno le tre seguenti serie di prove curando che le condizioni di funzionamento possano essere considerate a regime entro le tolleranze.

La prima serie di prove si effettuerà facendo funzionare al massimo carico tutte le apparecchiature costituenti l'impianto o nel loro complesso o singolarmente considerate. Raggiunto il regime, si effettueranno le misure sia delle grandezze che interessano la zona occupata dalle persone, sia quelle attraverso le quali è possibile determinare l'efficienza e la massima prestazione delle singole apparecchiature.

La seconda serie di prove consisterà nell'esecuzione di tutte le misure che permettono di accertare se, con le condizioni esterne che si verificano durante il collaudo, l'impianto è atto a realizzare e mantenere quelle interne previste nel progetto. Da tali misure il collaudatore, adoperando un corrente procedimento di calcolo, trarrà elementi sufficienti per stabilire se, verificandosi all'esterno condizioni più onerose, l'impianto è idoneo a realizzare e mantenere in tutti i locali le condizioni desiderate all'interno.

La terza serie di prove consisterà nel verificare l'efficienza del sistema di regolazione, cioè nel verificare che l'impianto realizzato sia in grado di mantenere le condizioni di progetto in presenza di cause esterne che possono determinare variazioni di regime, quali modificazioni delle condizioni climatiche esterne, dei carichi termici interni (sensibili o latenti), del grado di protezione solare delle schermature o delle tarature dei termostati e degli umidostati ambiente.

Producendo ad arte azioni destabilizzanti con effetto equivalente a quello delle cause esterne di cui sopra, verranno verificati gli andamenti temporali delle grandezze fisiche influenzanti il benessere termo-igrometrico. Al proposito si richiama anche quanto previsto nella riforma ASHRAE 114-1986 «Energy management control system- Instrumentation».

Per quanto riguarda la misura delle grandezze fisiche in occasione del collaudo si precisa quanto segue:

### ***Misura della temperatura dell'aria interna***

Per temperatura interna dovrà intendersi quella misurata nella parte centrale degli ambienti, ad un'altezza di 1,50 m dal pavimento, ed in modo che la parte sensibile dello strumento sia schermata dall'influenza di ogni notevole effetto radiante, per mezzo di una custodia a superficie esterna speculare con fori opportuni, in modo che l'aria vi possa circolare liberamente. La disuniformità di temperatura è verificata controllando le differenze di temperatura che esistono tra un qualunque punto della zona occupata dalle persone e la temperatura interna come sopra definita. La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente nello stesso ambiente, non dovrà essere maggiore di 1°C. La differenza tra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente in più ambienti serviti dallo stesso impianto, non dovrà essere maggiore di 1°C in inverno e 2°C in estate.

### ***Misura della temperatura dell'aria esterna***

Nelle prove relative al funzionamento invernale per temperatura esterna (salvo indicazione contraria) si intende la media delle seguenti 4 temperature misurate nelle 24 ore precedenti il collaudo, e precisamente nel periodo tra l'ora in cui si iniziano le misure della temperatura

---

interna e la stessa ora del giorno precedente, ed effettuate a Nord con termometro riparato dalle radiazioni a 2 m dal muro dell'edificio: la massima, la minima, quella delle ore 8 e quelle delle ore 19. In caso di dubbio, si assume la media del

La terza serie di prove consisterà nel verificare l'efficienza del sistema di regolazione, cioè nel verificare che l'impianto realizzato sia in grado di mantenere le condizioni di progetto in presenza di cause esterne che possono determinare variazioni di regime, quali modificazioni delle condizioni climatiche esterne, dei carichi termici interni (sensibili o latenti), del grado di protezione solare delle schermature o delle tarature dei termostati e degli umidostati ambiente.

Producendo ad arte azioni destabilizzanti con effetto equivalente a quello delle cause esterne di cui sopra, verranno verificati gli andamenti temporali delle grandezze fisiche influenzanti il benessere termo-igrometrico. Al proposito si richiama anche quanto previsto nella riforma ASHRAE 114-1986 «Energy management control system- Instrumentation».

Per quanto riguarda la misura delle grandezze fisiche in occasione del collaudo si precisa quanto segue:

### ***Misura della temperatura dell'aria interna***

Per temperatura interna dovrà intendersi quella misurata nella parte centrale degli ambienti, ad un'altezza di 1,50 m dal pavimento, ed in modo che la parte sensibile dello strumento sia schermata dall'influenza di ogni notevole effetto radiante, per mezzo di una custodia a superficie esterna speculare con fori opportuni, in modo che l'aria vi possa circolare liberamente. La disuniformità di temperatura è verificata controllando le differenze di temperatura che esistono tra un qualunque punto della zona occupata dalle persone e la temperatura interna come sopra definita. La differenza fra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente nello stesso ambiente, non dovrà essere maggiore di 1°C. La differenza tra tali valori risultanti da misure effettuate contemporaneamente in più ambienti serviti dallo stesso impianto, non dovrà essere maggiore di 1°C in inverno e 2°C in estate.

### ***Misura della temperatura dell'aria esterna***

Nelle prove relative al funzionamento invernale per temperatura esterna (salvo indicazione contraria) si intende la media delle seguenti 4 temperature misurate nelle 24 ore precedenti il collaudo, e precisamente nel periodo tra l'ora in cui si iniziano le misure della temperatura interna e la stessa ora del giorno precedente, ed effettuate a Nord con termometro riparato dalle radiazioni a 2 m dal muro dell'edificio: la massima, la minima, quella delle ore 8 e quelle delle ore 19. In caso di dubbio, si assume la media del diagramma reale della temperatura nelle 24 ore anzidette, rilevata con apparecchio registratore continuo. Per le prove relative al funzionamento estivo si misura la media registrata dalla temperatura esterna all'ombra, nel periodo stesso delle misure di temperatura interna.

### ***Misura dell'umidità relativa***

Il rilievo dell'umidità relativa all'interno degli ambienti si effettua seguendo le prescrizioni valide per la temperatura. Il rilievo dell'umidità relativa all'esterno dovrà essere effettuato nella stessa posizione in cui si misurano le temperature, e contemporaneamente ai rilievi di temperatura e umidità relativa interna.

---

### ***Misura della velocità dell'aria***

I valori della velocità dell'aria nella zona occupata dalle persone possono essere misurati con un anemometro a filo caldo, o comunque con strumenti atti ad assicurare una precisione del 5%.

### ***Misura della portata d'aria***

Le misure di portata dovranno essere effettuate in una sezione del canale nella quale i filetti fluidi siano il più possibile paralleli. E' perciò necessario che prima e dopo la sezione di misura il canale abbia dei tratti rettilinei sufficientemente lunghi. La lunghezza del tratto rettilineo d'ingresso dipende dalla conformazione del gomito antistante e dalla esistenza o meno di alette di guida. Possono essere usati anemometri a filo caldo od a mulinello; la misura può essere effettuata o dividendo la sezione in più parti e misurando la portata per ognuna di esse o più semplicemente (con l'anemometro e mulinello) muovendo opportunamente lo strumento durante la misura nel piano della sezione.

### ***Misura dell'efficienza di filtrazione dell'aria***

Nei riguardi della efficienza dei filtri, laddove non diversamente indicato, verrà impiegato il metodo gravimetrico o opacimetrico.

### ***Misura del livello di rumore***

Per quanto riguarda la misura del livello di rumore dovuto all'impianto di climatizzazione si fa riferimento a quanto prescritto nella norma UNI 8199.