



# B.F. PROGETTI Studio Associato

INGEGNERIA, ARCHITETTURA E GEOLOGIA

di: Ing. Pierluigi Betti, Ing. Andrea Fedi, Ing. Luciano Lambroia,  
Ing. Giacomo Martinelli, Arch. Chiara Nostrato, Geol. Sandro Pulcini

Viale Adua 320, Pistoia Tel. e fax 0573/24323, P.Iva. 01579540475

mail: info@bfprogetti.eu, web: www.bfprogetti.eu

COLLABORATORI: Ing. Alessandro Trinci, Ing. Massimo Pellegrini, Dott. Ing. Sergio Livi

I TECNICI:

ING. PIERLUIGI BETTI

ING. GIACOMO MARTINELLI

## COMUNE DI SAN CASCIANO VAL DI PESA

MIGLIORAMENTO / ADEGUAMENTO SISMICO E  
ADEGUAMENTO ALLA PREVENZIONE INCENDI DELLA  
SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO "I. NIEVO" – 1°  
STRALCIO

### PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTO MECCANICO

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO

REV.	DESCRIZIONE	DATA

NUMERO DI PROTOCOLLO-UFFICIO COMPETENTE

CONSULENZA IMPIANTI:

Studio Tecnico Associato

**Mannelli - Ginanni - Andreini**

servizi di progettazione, ingegneria e  
consulenza tecnica

Via Dino Campana, 162 - 51100 Pistoia (PT)

Tel. 0573 939480 - e-mail:

studiotecnicomga@gmail.com

Studio tecnico operante con sistema qualità  
certificato ISO 9001

COMMITTENTE:

**COMUNE DI SAN CASCIANO  
IN VAL DI PESA**

**Via Machiavelli, 56**

**CITTÀ METROPOLITANA DI  
FIRENZE (FI)**

TAVOLA N.

# 3.CSA.M

DATA: MAGGIO 2019

## ***Disciplinare descrittivo e prestazionale***

### **1 - Principali Normative di riferimento.**

### **2 – Prescrizioni tecniche generali per l'esecuzione degli impianti:**

2.1 – Tubazioni.

2.2 - Valvolame.

2.3 – Accessori per tubazioni.

2.4 – Coibentazioni.

2.5 – Prescrizioni generali.

## **1 – Principali normative di riferimento**

- Norme UNI di installazione e di prodotto applicabili.
- Marchiatura CE di materiali ed apparecchiature.
- Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi aggiornamenti, inerente l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
- Decreto n. 412 del 26/08/1993 e successivi aggiornamenti, inerente le norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4 comma 4 della Legge 10/91.
- Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, inerente l'attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia e successivi Decreto legislativo 311/2006 e D.P.R. 59/2009.
- Decreto Ministeriale 26 giugno 2015, inerente l'Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- Decreto n. 37/2008, inerente le norme per la sicurezza e la certificazione degli impianti e D.Lgs. 81/2008 per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- DM 11/01/2017 (CAM).
- DM 07/03/2012 (CAM Servizi Energetici).
- DPCM 05/12/1997 e s.m.i.
- Prescrizioni INAIL (EX-ISPEL) ed altri enti competenti.
- Normative vigenti in materia di prevenzione incendi.
- Normative vigenti in materia di sicurezza elettrica.
- Normative vigenti in materia di apparecchi in pressione.
- Normative vigenti in materia di inquinamento atmosferico e ambientale.

## **2 - Prescrizioni tecniche generali per l'esecuzione dell'impianto**

Tutte le operazioni per poter fornire l'opera finita, comprensiva degli accorgimenti per la corretta esecuzione e posa in opera delle parti di impianto, dovranno essere eseguite secondo quanto di seguito riportato. La ditta installatrice dovrà garantire il funzionamento del sistema impianto ed evitare danni a cose e persone per negligenza o mancata osservazione delle norme tecniche di corretta posa in opera.

### **Indice**

- 2.1 – Tubazioni.
- 2.2 - Valvolame.
- 2.3 – Accessori per tubazioni.
- 2.4 – Coibentazioni.
- 2.5 – Prescrizioni generali.

### **2.1 Tubazioni**

#### 2.1.1 Tubazioni in acciaio Zincato

##### *a) Impiego*

Le tubazioni in acciaio zincato vengono utilizzate per convogliare acqua di acquedotto, acqua di consumo (fredda e calda), acqua uso antincendio, aria compressa ed in genere per tutti i circuiti aperti o soggetti al bagnasciuga.

##### *b) Materiali*

Le tubazioni in acciaio zincato sono del tipo senza saldatura, in acciaio non legato Fe 330, con rivestimento protettivo costituito da zincatura secondo UNI ISO 5745, estremità filettate gas, conformi a:

- UNI EN 10255 per diametri nominali fino a 6".

##### *c) Raccordi e pezzi speciali*

La raccorderia è del tipo filettato gas in ghisa malleabile bianca GMB 40, finitura zincata. Per la realizzazione di giunzioni e diramazioni deve essere impiegato il minor numero possibile di raccordi e pezzi speciali. Allo scopo per tutti i diametri devono essere disponibili: curve 90° (maschio, femmina, maschiofemmina), curve 45° (maschio, femmina, maschio-femmina), curve di sorpasso, gomiti (maschio, femmina, maschio-femmina, ridotti, con bocchettone), tees (anche ridotti), distribuzioni, manicotti (anche ridotti), riduzioni, nipples, bocchettoni, flange, etc..

##### *d) Giunzioni*

La giunzione di tubazioni in acciaio zincato può essere realizzata mediante flange o mediante raccordo a vite manicotto. La giunzione mediante flange deve essere eseguita impiegando flange del tipo a collarino (UNI EN 1092-1) filettate. Nella giunzione mediante manicotto la tenuta può essere ottenuta con treccia di canapa, imbevuta in miscela di minio e olio di lino, avvolta lungo tutta la superficie filettata, oppure con nastro di teflon avvolto sulle parti filettate.

**e) Sostegni e staffaggi**

In generale lo staffaggio deve essere metallico, prefabbricato componibile e smontabile, verniciato o zincato a bagno e realizzato in modo tale da non consentire la trasmissione di rumori o vibrazioni alle strutture. Qualora siano previsti supporti a rullo occorre prevedere, tra tubo e rullo, un'apposita sella, solidale con il tubo, di altezza tale da sporgere dallo spessore dell'isolamento. Il supporto a rullo deve essere di tipo prefabbricato, monoblocco, da fissare alla struttura di sostegno mediante saldatura, di dimensioni correlate al diametro del tubo sostenuto ed allo spostamento laterale. Il supporto a rullo ha telaio e rullo in acciaio al carbonio, boccole e ralle reggispinta in materiale autolubrificante a base di P.T.F.E., perni in acciaio inossidabile. La distanza massima tra due supporti consecutivi è in relazione al diametro esterno del tubo sostenuto di minor diametro:

<b>Diametro</b>	<b>DN</b>	<b>Distanza tra i sostegni (m)</b>
3/8" – 1/2"	10 - 15	1,5
3/4"	20	2,0
1" – 1/2"	25 - 40	2,5
2" – 2 1/2"	50 - 65	3,0
3"	80	3,5
4" – 5"	100 - 125	4,0
6"	150 - 175	5,0
8"	200	5,5
10"	250	6,5
12" e oltre	300	7,0

**f) Posa**

Negli attraversamenti di pareti e solai ciascun tubo deve essere contenuto in controtubo in acciaio zincato, posato con le opere edili. Tra la superficie esterna della tubazione, o quella della eventuale coibentazione, e la superficie interna del controtubo deve rimanere un'aria libera di almeno 10 mm. L'aria libera deve essere successivamente riempita con lana di roccia o altro materiale incombustibile. Il controtubo deve sporgere dal filo di pareti e solai di almeno 20 mm. Nel caso di più tubi affiancati, i controtubi devono essere fissati ad un supporto comune che permetta di garantire il mantenimento del passo fra le tubazioni. In corrispondenza di queste zone non devono essere realizzate giunzioni.

- Nel montaggio delle tubazioni si deve tener conto dei giunti di dilatazione del fabbricato adottando, qualora non siano espressamente previsti, quegli accorgimenti atti a non far risentire alle tubazioni delle dilatazioni dell'edificio.
- I cambiamenti di diametro, realizzati sempre con apposito raccordo, non devono mai essere realizzati contemporaneamente ad un cambiamento di direzione. Le derivazioni devono sempre essere realizzate con invito nel senso del flusso.
- Le tubazioni di diametro nominale 3/8" devono essere impiegate solo per aria, mai per acqua.

- Le tubazioni devono essere posate con spaziature sufficienti per consentire lo smontaggio e l'agevole esecuzione dell'isolamento termico o anticondensa; devono essere opportunamente sostenute nei punti di connessione con pompe, batterie, valvole, etc., affinché il peso non gravi in alcun modo sulle flange di collegamento.
- A montaggio completato le reti di tubazioni devono essere pulite mediante soffiatura con aria compressa e mediante lavaggi e scarichi ripetuti.

**g) Pesì convenzionali**

<b>Diametro nominale (in)</b>	<b>Diametro interno (mm)</b>	<b>Diametro esterno (mm)</b>	<b>Peso (kg/m)</b>
3/8	13,2	17,2	0,753
1/2	16,6	21,3	1,11
3/4	22,2	26,9	1,42
1	27,9	33,7	2,23
1 ¼	36,6	42,4	2,87
1 ½	42,5	48,3	3,30
2	58,3	60,3	4,63
2 ½	69,6	76,1	5,93
3	81,6	88,9	7,82
3 ½	94,3	101,6	8,95
4	106,2	114,3	11,30

**2.1.2 Tubazioni in acciaio nero**

**a) Impiego**

Le tubazioni in acciaio nero possono essere utilizzate per convogliare acqua calda, acqua surriscaldata, acqua refrigerata, acqua di raffreddamento, vapore, olio combustibile ed, in genere, fluidi con temperature di esercizio fino a 200°C e pressioni di esercizio fino a 20 bar (2.000 kPa) in circuiti di tipo chiuso.

**b) Tipi**

Le tubazioni in acciaio nero sono del tipo senza saldatura e possono essere conformi solo a:

- UNI EN 10255;
- ASTM A 106 Gr.B, esecuzione ANSI B 36.10 - Schedule 40.

**c) Pezzi speciali**

I pezzi speciali devono essere tutti di tipo prefabbricato, a catalogo, congruenti, per materiale, caratteristiche costruttive e provenienza, con il tubo sul quale vengono installati. Devono quindi essere disponibili, nei diametri assoluti e relativi, curve a 45° e 90° ed a raggio ampio e corto, riduzioni concentriche ed eccentriche, flange ed accessori, etc..

- Curve - Per tubi UNI EN 10255 le curve a 45° e 90°, fino al diametro esterno 33,7 mm sono realizzate a freddo con piegatrice. Quelle di diametro superiore sono del tipo stampato a caldo, senza saldatura, giunzione a saldare (UNI 7929). Per tubi ASTM le curve a 45° e 90° sono in

esecuzione secondo ANSI B 16.28, estremità smussate secondo ANSI B 16.25 fig.A, ricavate da tubo senza saldature ASTM A 106 Gr.B, fornite secondo ASTM A.234 in acciaio Gr.WPB.

- Raccordi - Per tubi UNI EN 10255 i cambiamenti di diametro devono essere realizzati con pezzo speciale opportuno, stampato a caldo, senza saldatura, giunzione a saldare. Per tubi ASTM i cambiamenti di diametro devono essere realizzati con pezzo speciale in esecuzione secondo ANSI B 16.9, estremità smussate secondo ANSI B 16.25, ricavate da tubo senza saldature ASTM A 106 Gr.B, fornite secondo ASTM A.234 in acciaio Gr.WPB.
- Flange - Le flange da installare sulle tubazioni sono del tipo a collarino a saldare di testa (UNI EN 1092-1/2284), di PN uguale a quello degli organi di intercettazione inseriti sulla tubazione stessa. Sono fornite per tubi della serie ISO ed hanno gradino di tenuta UNI EN 1092-1. Le guarnizioni sono di tipo piano, non metallico, a base di amianto e gomma sintetica, spessore 2 mm; i bulloni sono a testa e dado esagonali.

#### *d) Giunzioni*

La giunzione di tubazioni in acciaio nero può essere realizzata mediante flange o mediante saldatura. La giunzione mediante flange deve essere eseguita con materiali congruenti con quanto specificato al paragrafo precedente. La giunzione mediante saldatura di tubazioni UNI EN 10255 deve essere eseguita da saldatore qualificato con il procedimento ad arco ed elettrodo metallico. Sono ammesse saldature a gas (ossido acetileniche) solo su tubazioni con diametro esterno non superiore a 33,7 mm. Dopo l'esecuzione la saldatura deve sempre essere martellata e spazzolata. Possono essere richiesti controlli radiografici a campione. Solo qualora questi controlli segnalassero saldature inaccettabili potrà essere richiesto il controllo radiografico di tutte le saldature.

La giunzione di tubazioni ASTM è realizzata con il procedimento ad arco ed elettrodo metallico, secondo le seguenti modalità:

- Preparazione
  - pulitura delle estremità da saldare mediante mola, con asportazione dei residui di ossido di ferro, vernici, grassi, etc.;
  - esecuzione dello smusso sui lembi da saldare mediante mola con angolo di smussatura di  $37^{\circ}30' \pm 2^{\circ}30'$ ;
  - puntatura delle parti da saldare, eseguita in argon con elettrodi, in modo di fissare la distanza fra i lembi 5 / 2 mm per tubi con  $DN \leq 2" 2 / 2,5$  mm per tubi con  $DN \geq 2 1/2"$ .
  - Tecnica di saldatura
  - passata eseguita in argon con elettrodo;
  - passata con elettrodo corrispondente ASTM E 7078 diametro 2,5 mm per tubi con DN 3" diametro 3,5 mm per tubi con DN 3 1/2";
  - riempimento con elettrodo corrispondente ASTM E 7078, eseguito con più passate intercalate a ravvivamento dei lembi ed eliminazione mediante mola delle scorie e degli ossidi.

Il personale addetto alla saldatura di tubazioni ASTM deve essere preventivamente sottoposto in cantiere a prova di saldatura, secondo la specifica suddetta ed è ritenuto idoneo solo in seguito a risultato positivo del

controllo radiografico, cui vengono sottoposti pezzi campione di saldatura eseguiti. Sono sempre richiesti controlli radiografici a campione. Qualora i controlli segnalino saldature inaccettabili potrà essere richiesto il controllo radiografico di tutte le saldature.

Devono invece essere sempre sottoposti a controllo radiografico (sull'intera circonferenza per il 100% delle saldature) i collettori installati in circuiti con tubazioni ASTM. Nel caso in cui l'esito degli esami non risulti positivo, le saldature non idonee devono essere rifatte e sottoposte nuovamente ad esame radiografico, fino ad ottenere risultato positivo.

#### ***e) Sostegni e staffaggi***

In generale lo staffaggio deve essere metallico, prefabbricato componibile e smontabile, verniciato o zincato a bagno e realizzato in modo tale da non consentire la trasmissione di rumori o vibrazioni alle strutture. Qualora siano previsti supporti a rullo occorre prevedere, tra tubo e rullo, un'apposita sella, solidale con il tubo, di altezza tale da sporgere dallo spessore dell'isolamento.

Il supporto a rullo deve essere di tipo prefabbricato, monoblocco, da fissare alla struttura di sostegno mediante saldatura, di dimensioni correlate al diametro del tubo sostenuto ed allo spostamento laterale.

Il supporto a rullo ha telaio e rullo in acciaio al carbonio, boccole e ralle reggispinta in materiale autolubrificante a base di P.T.F.E., perni in acciaio inossidabile.

La distanza massima tra due supporti consecutivi è in relazione al diametro esterno del tubo sostenuto di minor diametro:

***Tabella***

<b>Diametro</b>	<b>DN</b>	<b>Distanza tra i sostegni (m)</b>
3/8" – 1/2"	10 - 15	1,5
3/4"	20	2,0
1" – 1/2"	25 - 40	2,5
2" – 2 1/2"	50 - 65	3,0
3"	80	3,5
4" – 5"	100 - 125	4,0
6"	150 - 175	5,0
8"	200	5,5
10"	250	6,5
12" e oltre	300	7,0

***Illustrazione 1:***

#### ***f) Verniciature***

Tutte le parti ferrose dell'impianto non altrimenti finite (tubazioni nere, staffaggi, sostegni, etc.) devono essere protette con due mani di vernice antiruggine di diverso colore, dopo essere state accuratamente preparate con raschiatura e spazzolatura. Per le tubazioni percorse da fluidi con temperature  $\leq$  a 90°C la vernice antiruggine è costituita da minio in olio di lino cotto (spessore di ogni mano: 30  $\mu$ m). Per le tubazioni percorse da fluidi con temperatura  $>$  90°C viene impiegata vernice siliconica all'alluminio (spessore di ogni mano: 25  $\mu$ m).



*g) Posa*

- Negli attraversamenti di pareti e solai ciascun tubo deve essere contenuto in controtubo in acciaio zincato, posato con le opere edili. Tra la superficie esterna della tubazione, o quella della eventuale coibentazione, e la superficie interna del controtubo deve rimanere un'aria libera di almeno 10 mm. L'aria libera deve essere successivamente riempita con lana di roccia o altro materiale incombustibile. Il controtubo deve sporgere dal filo di pareti e solai di almeno 20 mm. Nel caso di più tubi affiancati, i controtubi devono essere fissati ad un supporto comune che permetta di garantire il mantenimento del passo fra le tubazioni. In corrispondenza di queste zone non devono essere realizzate giunzioni.
- Le tubazioni costituenti circuiti di acqua calda di riscaldamento, acqua surriscaldata, acqua refrigerata, acqua di raffreddamento ed in genere circuiti chiusi, devono essere installate rispettando le opportune pendenze onde ottenere il naturale sfogo dell'aria verso l'alto. Nei punti alti della distribuzione occorre prevedere dispositivi di sfogo con barilotto e rubinetto. Le eventuali colonne montanti devono essere prolungate e riunite, previa interposizione di sifone, in modo da realizzare una rete facente capo a un serbatoio.
- Tutte le apparecchiature ed i macchinari (batterie di scambio, scambiatori di calore, serbatoi in genere, collettori, etc.), nonché i punti bassi dei circuiti, devono essere collegati alla rete scarichi con tubazioni sifonate singolarmente ed intercettate con rubinetto a maschio od a sfera. Lo scarico deve essere visibile, realizzato attraverso imbuto e comodamente accessibile.
- Nel montaggio delle tubazioni si deve tener conto dei giunti di dilatazione del fabbricato adottando, qualora non siano espressamente previsti, quegli accorgimenti atti a non far risentire alle tubazioni delle dilatazioni dell'edificio.
- I cambiamenti di diametro, realizzati sempre con apposito raccordo, non devono mai essere realizzati contemporaneamente ad un cambiamento di direzione. Le derivazioni devono sempre essere realizzate con invito nel senso del flusso.
- Le tubazioni di diametro nominale 3/8" devono essere impiegate solo per aria, mai per acqua.
- Le tubazioni devono essere posate con spazature sufficienti per consentire lo smontaggio e l'agevole esecuzione dell'isolamento termico o anticondensa; devono essere opportunamente sostenute nei punti di connessione con pompe, batterie, valvole, etc., affinché il peso non gravi in alcun modo sulle flange di collegamento.
- Il collegamento delle tubazioni alle varie apparecchiature quali pompe, scambiatori, serbatoi, etc. deve sempre essere eseguito con flange o con bocchettoni in tre pezzi (diametro nominale < DN40)
- A montaggio completato le reti di tubazioni devono essere pulite mediante soffiatura con aria compressa e mediante lavaggi e scarichi ripetuti.

Diametro nominale (in)	Diametro interno (mm)	Diametro esterno (mm)	Peso (kg/m)
3/8	13,6	17,2	0,688
1/2	17,3	21,3	0,962
3/4	22,9	26,9	1,24
	25,4	30,0	1,59
1	29,1	33,7	1,79
	32,8	38,0	2,29
1 ¼	37,2	42,4	2,57
	39,3	44,5	2,70
1 ½	43,1	48,3	2,95
	48,8	54,0	3,32
	51,2	57,0	3,90
2	54,5	60,3	4,14
	64,2	70,0	4,83
2 ½	70,3	76,1	5,28
3	82,5	88,9	6,81
	94,4	101,6	8,76
	100,8	108,0	9,33
4	107,1	114,3	9,90
	125,0	133,0	12,80
5	131,7	139,7	13,50
	150,0	159,0	17,10
6	159,3	168,3	18,10
7	182,9	193,7	25,00
8	207,3	219,1	31,00
9	231,9	244,5	37,10
10	260,4	273,0	41,60
	309,7	323,9	55,60

*Illustrazione 2: Pesi convenzionali*

### 2.1.3 Tubazioni multistrato

#### *a) Impiego*

Le tubazioni multistrato vengono utilizzate per convogliare acqua calda (uso riscaldamento) e acqua di consumo (fredda e calda) con temperatura di esercizio di 70°C (massima di 95°C per 50 ore/anno).

#### *b) Materiali*

Le tubazioni multistrato sono costituite da uno strato esterno protettivo in polietilene ad alta densità (PEHD), uno strato legante, uno strato intermedio in alluminio saldato longitudinalmente, uno strato legante ed uno strato interno in polietilene reticolato al Silano (PEXb). Le tubazioni, PN10, sono fornite a rotoli nei diametri 16, 20 e 26 mm; in barre nei diametri 16, 20, 26, 32, 40, 50, 63 e 75 mm.

#### *c) Raccordi e pezzi speciali*

La raccorderia ed i pezzi speciali sono in ottone o in materiale sintetico predisposti per giunzione a pressare. Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio. Deve quindi essere disponibile, nei diametri

assoluti e relativi, l'intera gamma di: gomiti a 90° e 45°, tees, nipples, raccordi per accoppiamenti filettati maschio o femmina, etc.

*d) Posa*

- Le tubazioni multistrato vengono utilizzate solo nelle distribuzioni posate sotto pavimento o sotto traccia.
- Le tubazioni sono sempre isolate con materiale sintetico espanso, come descritto nel paragrafo “ Materiale espanso in tubo flessibile” ivi riportato.
- A montaggio completato le reti di tubazioni devono essere pulite mediante lavaggi e scarichi ripetuti.

2.1.4 Tubazioni in polietilene ad alta densità

*a) Impiego*

Le tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad) vengono utilizzate per convogliare acqua potabile, combustibili gassosi, acque usate di scarico (civili, industriali e meteoriche; non in pressione; a bassa e alta temperatura) e per realizzare reti di ventilazione negli impianti di scarico. L'impiego delle tubazioni e dei raccordi in PEad deve essere conforme alle “Raccomandazioni “ di IIP (Istituto Italiano dei Plastici), alle quali si deve far riferimento per quanto esplicitamente non trattato nel presente capitolo.

*b) Materiali*

*b.1) Acqua potabile*

Le tubazioni e i raccordi PEad convoglianti acqua potabile sono in PE 100 secondo UNI EN 12201-1:2004; - 2:2004; -3:2004; -4:2002; -5:2004. (già UNI 10910) Devono essere disponibili per le pressioni PN10 (SDR 17) o PN 16 (SDR 11) e rispondere alle prescrizioni igienico-sanitarie del Ministero della Sanità relative a manufatti destinati a venire a contatto con sostanze alimentari (D.M. 06/04/2004, n.174). I tubi possono essere forniti in barre o in rotoli.

*b.2) Acque usate, reti di ventilazione*

- Tubazioni all'interno di fabbricati, all'esterno di fabbricati ma fissate alle pareti di questi, al disotto di fabbricati e entro 1 m di distanza dai fabbricati:
  - le tubazioni e i raccordi in PEad sono secondo UNI EN 1519-1:2001, marcate “BD” (già UNI 7613); i tubi sono forniti solo in barre.
- Tubazioni interrate all'esterno di fabbricati:
  - le tubazioni e i raccordi in PEad sono secondo UNI EN 12666-1:2005 (già UNI 7613); i tubi sono forniti in barre o in rotoli.

Le tubazioni possono essere di tipo insonorizzato. L'isolamento acustico è monoblocco con il tubo, ottenuto mediante ricopertura di questo con strato di elastomero termoplastico PTE e finitura ancora in PE. Qualora detta tecnica non sia applicabile l'isolamento acustico è ottenuto avvolgendo tubi e raccordi con materassino

stratificato composto da: materiale sintetico-foglio in lamina di piombo-materia schiumosa-materiale sintetico. Il materassino è trattenuto con filo di ferro in acciaio zincato.

*c) Raccordi e pezzi speciali*

*c.1) Acqua potabile*

Raccordi e pezzi speciali sono conformi alle norme UNI EN citate o ad esse connesse; devono essere tutti di tipo prefabbricato, realizzati mediante stampaggio a iniezione, a catalogo del costruttore del tubo. Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio.

Deve essere quindi disponibile, nei diametri assoluti e relativi, l'intera gamma di: curve, gomiti, tee, riduzioni, tappi, cartelle, manicotti, collari di presa, raccordi per altri materiali (cartelle a flangia libera e guarnizione, giunti metalloplastici monolitici e in tre pezzi, giunti metallici e termoplastici a compressione ).

*c.2) Acque usate, reti di ventilazione*

Raccordi e pezzi speciali sono conformi alle norme UNI EN citate o ad esse connesse; devono essere tutti di tipo prefabbricato, realizzati mediante stampaggio a iniezione, a catalogo del costruttore del tubo. Non sono ammessi pezzi speciali realizzati in sede di montaggio. Possono essere di tipo insonorizzato, adottando gli stessi criteri del tubo. Deve essere quindi disponibile, nei diametri assoluti e relativi, l'intera gamma di: riduzioni centriche ed eccentriche, curve a 45° e 90° a raggio ampio e corto, curve per raccordo in pendenza (88 1/2°), curve ridotte, braghe a 45° semplici e doppie, braghe 88 1/2°, ispezioni, mitrie, manicotti scorrevoli e di innesto, raccordi a vite, flange, collari di ancoraggio, etc..

*d) Identificazione e marcatura*

I tubi per acqua potabile devono essere identificati con bande coestruse di colore blu.

I tubi devono inoltre essere contrassegnati almeno con:

- nome del fabbricante e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio IIP con numero distintivo della certificazione del trasformatore;
- marchio UNI e tipo UNI identificante il campo di impiego;
- tipo di materiale impiegato (PE...); diametro esterno; PN, SDR, spessore; data di produzione di appartenenza.

*e) Giunzioni*

In generale le giunzioni di tubazioni in PEad possono essere realizzate con:

- saldatura (testa a testa; con manicotto a resistenza elettrica);
- serraggio meccanico (giunti, raccordi e flange).

*f) Saldatura*

Le saldature devono essere eseguite da personale specializzato e appositamente abilitato, con attrezzature conformi alle norme UNI EN connesse a quelle relative a tubazioni e raccordi..

- La saldatura testa a testa è eseguita con l'apposita apparecchiatura a specchio caldo; il procedimento è a mano per tubi fino al diametro 75 mm; per i diametri maggiori è necessario l'impiego dell'apposita attrezzatura di serraggio dei pezzi da collegare.
- La giunzione con manicotto a resistenza elettrica è ottenuta per fusione, collegando il pezzo speciale all'apposita apparecchiatura. Questo tipo di saldatura è impiegato qualora occorra realizzare collegamenti con una tubazione già in opera, quando la saldatura testa a testa sia realizzabile con difficoltà e nel caso di tubazioni da annegare in getto di calcestruzzo.

*g) Serraggio meccanico*

- Giunti metallici: sono a compressione e a innesto, con guarnizione, con o senza il graffaggio del tubo esterno. E' sempre indispensabile l'inserimento di una boccola di rinforzo),
- Raccordi in materiale termoplastico: sono a compressione con guarnizione e graffaggio sull'esterno del tubo.
- Flangiatura: si usano flange scorrevoli (metalliche o termoplastiche) e cartelle in PE a saldare testa a testa o con manicotto a resistenza.

*g.1) Acqua potabile*

Le giunzioni di tubazioni in PEad convoglianti acqua potabile possono essere realizzate con due sistemi:

- saldatura (testa a testa; con manicotto a resistenza elettrica),
- serraggio meccanico (giunti, raccordi e flange), secondo quanto sopra specificato.

*g.2) Acque usate, reti di ventilazione*

Le giunzioni di tubazioni in PEad convoglianti acque usate e per reti di ventilazione possono essere realizzate con:

- saldatura (testa a testa; con manicotto a resistenza elettrica) secondo quanto sopra già specificato,
- serraggio meccanico (giunti, raccordi e flange) secondo quanto sopra già specificato,
- manicotto scorrevole,
- manicotto ad innesto.

La giunzione con manicotto scorrevole (con guarnizione elastomerica di tenuta) è impiegata quando sia necessario assorbire dilatazioni del tubo (vedi posa).

La giunzione con manicotto ad innesto (con guarnizione elastomerica di tenuta) è impiegata per il collegamento di terminali ed apparecchi sanitari.

#### *h) Sostegni e staffaggi*

Le sole tubazioni in PEad che possono essere installate all'esterno in vista sono quelle per acque usate e per realizzare reti di ventilazione.

Le tubazioni libere devono essere fissate alle superfici di appoggio attraverso sostegni in tre pezzi:

- piastra quadrata portante manicotto diametro 1/2" e completa di quattro tasselli ad espansione o di zanche a murare,
- tubo diametro 1/2" di collegamento, 3) bracciale a due collari con manicotto diametro 1/2"; il tutto in acciaio zincato.

A seconda che lo staffaggio sia fisso o scorrevole (vedi oltre) tra il bracciale ed il tubo viene interposta una coppella a mordere in acciaio o una guarnizione in plastica.

#### *i) Posa*

##### *i.1) Acqua potabile*

##### Posa interrata

- Lo scavo deve essere realizzato a sezione obbligata, profondità minima 1,0 m dalla generatrice superiore del tubo e comunque valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo. Qualora la profondità minima non possa essere rispettata la tubazione deve essere protetta con guaine tubolari o manufatti in cemento. Il letto di posa deve essere piano, livellato con sabbia compattata (spessore > 10 cm). La tubazione deve essere ancorata per impedire lo slittamento durante la prova a pressione. Una volta posata la tubazione è ricoperta da uno strato di sabbia di almeno 10cm, misurati sulla generatrice superiore. Il riempimento, che può essere costituito dal materiale di risulta dello scavo stesso, deve avvenire per tratte di 20 m max e per strati successivi (almeno due sopra la sabbia, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici), lasciando un'estremità sempre libera. Sopra la generatrice superiore della tubazione, a una distanza di 30 cm ca., deve essere posato un nastro blu con dicitura di indicazione di presenza.

##### *i.2) Acque usate, reti di ventilazione*

##### Generale

- Le reti suborizzontali, qualsiasi sia il sistema di posa, devono essere poste in opera conservando una pendenza nel senso del flusso non inferiore all'1% e devono avere diametro minimo 50 mm.
- Le derivazioni di scarico sono raccordate tra loro e con le colonne sempre nel senso del flusso con angolo tra assi non superiore a 45°.
- Le tubazioni verticali sono poste in opera con manicotti di dilatazione ogni 3,5 m ca e supporti scorrevoli. I punti fissi sono realizzati o annegando nelle solette le braghe di derivazione oppure con supporto fisso associato al manicotto scorrevole.
- Le colonne di scarico devono innalzarsi, conservando il diametro, fino oltre la copertura dell'edificio (ventilazione primaria) culminando con idoneo esalatore.

- Tappi di ispezione, a tenuta stagna di acqua, vapori ed esalazioni, debbono essere previsti in corrispondenza di ogni cambiamento di direzione, ad ogni estremità ed almeno ogni 15 m di percorso delle tubazioni, sia in verticale che in orizzontale, e comunque ai piedi di ogni colonna.
- Particolare attenzione e le necessarie precauzioni devono essere riservate al problema della trasmissione dei rumori.

#### Posa annegata in getto di calcestruzzo

- Quando le tubazioni suborizzontali sono annegate in getto, le dilatazioni termiche sono completamente assorbite grazie all'elasticità del materiale. E' però necessario che le giunzioni di diramazione siano realizzate con manicotto a resistenza e che i tratti rettilinei siano intercalati (almeno ogni 2 m) da collettori a flangia al fine di evitare lo scorrimento del tubo nel getto.

#### Posa esterna in vista.

- Le tubazioni libere esterne in vista sono installate con supporti fissi e scorrevoli impiegando manicotti di dilatazione. La distanza tra i supporti non deve essere superiore a 10 volte il diametro nominale del tubo.

#### Posa interrata

- Valgono le considerazioni precedentemente esposte . Il nastro con dicitura di indicazione di presenza deve essere bianco.

#### 2.1.5 Tubi per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili

##### *a) Tubazioni*

- Le caratteristiche delle tubazioni di PVC rigido (non plastificato) per condotte interrate di convogliamento di gas combustibili, devono fare riferimento alla UNI 7445 ed in particolare al prospetto III.
- La serie degli spessori del tubo, scelto in relazione alla classe di intensità di traffico (1, 2 e 3) e alla profondità di interramento (a, b, c) sarà indicato con R, S e Q conformemente al prospetto 1 della UNI 7445.
- I diametri esterni e le relative tolleranze, lo spessore e le relative tolleranze in funzione della serie (Q, R e S) faranno riferimento al prospetto II della UNI 7445.

##### *b) Designazione e marcatura*

La designazione deve comprendere:

- denominazione
- diametro esterno
- serie di spessori
- norma di riferimento.

La marcatura degli elementi eseguita in modo chiaro e durevole dovrà riportare:

- indicazione del materiale
- diametro esterno
- l'identificazione del produttore
- data di fabbricazione.

**c) Raccordi**

Per le caratteristiche costruttive, dimensionali e di accettazione dei raccordi si farà riferimento alla UNI 7446.

**d) Giunzioni**

Le giunzioni potranno essere, in rapporto alle prescrizioni, sia di tipo rigido, effettuate a mezzodi incollaggi e/o saldature, sia di tipo elastico, effettuate a mezzo di idonei anelli elastomerici di tenuta. La tenuta è assicurata dalla compressione radiale della guarnizione elastomerica. Potranno essere del tipo a bicchiere incollato, del tipo a bicchiere incollato e saldato, del tipo a manicotto incollato (e saldato), del tipo a vite e manicotto ed infine del tipo a flangia mobile. La norma UNI 7447 prescrive che la tenuta idraulica di questo tipo di giunto (per tubi e raccordi) deve essere assicurata nelle seguenti condizioni: pressione idrostatica interna di 0,5 bar in condizioni di deformazione diametrale massima ammissibile del tubo (5%) nelle vicinanze della giunzione; pressione idrostatica interna 0,5 bar in condizioni di deviazione angolare (2°) forzata oltre il libero gioco permesso dalla giunzione; pressione idrostatica esterna 0,5 bar o depressione interna di 0,3 bar.

**e) Resistenza all'ovalizzazione**

La resistenza all'ovalizzazione dipende dalla rigidità anulare e dal modulo di reazione del suolo che varia notevolmente in funzione della tipologia e del grado di compattazione del materiale usato per il sottofondo e per il rinfiacco. Il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro di 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. La deformazione diametrale massima ammessa è pari al 5%. Sono ammissibili velocità fino a 7 m/s e oltre per la buona resistenza all'abrasione. ,

**f) Altre norme di riferimento**

I tubi ed i raccordi saranno prodotti in conformità alle seguenti norme:

- UNI 7442 – Raccordi e flange di PVC.
- UNI EN 549 – Materiali in gomma per dispositivi di tenuta e diaframmi per apparecchi a gas e relativi equipaggiamenti.
- UNI EN 911 – Sistemi di tubazioni di materie plastiche. Giunti con guarnizione ad anello elastomerico e giunti meccanici per tubazioni in pressione di materiali

## **2.2 Valvolame**

### 2.2.1 Valvolame per acqua di riscaldamento, acqua refrigerata, acqua di consumo, etc.

**a) Valvole a sfera**

Le valvole a sfera poste su tubazioni di acqua calda di riscaldamento, acqua refrigerata, acqua di consumo, etc., dal diametro 3/8 al diametro 1.1/2" sono del tipo monoblocco a passaggio pieno, attacchi a manicotto, PN16; corpo e sfera in ottone, guarnizioni in teflon, leva in lega di alluminio. Sono sempre complete di



bocchettone a sede piana maschio-femmina in ghisa malleabile bianca zincato. Le valvole a sfera dal diametro DN50 al DN100 sono del tipo monoblocco, a passaggio pieno, attacchi a flangia, PN 16; corpo e sfera in ottone, guarnizioni in teflon, leva in lega di alluminio. Si intendono sempre complete di controflange a collarino, bulloni e guarnizioni. Le valvole a sfera di diametro superiore a DN100 sono tipo wafer da inserire tra controflange PN16, corpo in acciaio al carbonio, sfera in acciaio inox, guarnizioni in teflon, leva in acciaio. Si intendono sempre complete di controflange, tiranti e guarnizioni..

***b) Valvole di intercettazione e taratura***

Le valvole di intercettazione e taratura poste su tubazioni di acqua calda di riscaldamento, acqua refrigerata etc. sono del tipo a tenuta morbida, esente da manutenzione, attacchi a flangia, PN16. Hanno corpo e coperchio, fusi in un unico pezzo, in ghisa grigia GG 25; asta in acciaio inox, tipo non ruotante con filettatura esterna protetta da calotta in materiale sintetico e fibra di vetro; tenuta sull'asta con O-RING; tappo-cuneo in ghisa grigia GG25 rivestita in EPDM. Sono complete di volantino di bloccaggio. Le valvole di intercettazione e taratura si intendono sempre complete di controflange a collarino, bulloni e guarnizioni.

**2.3 Accessori per tubazioni**

**2.3.1 Accessori per tubazioni acqua di riscaldamento, acqua refrigerata, acqua di consumo, etc.**

***a) Termometri***

I termometri sono del tipo bimetallico, quadrante diametro 100 mm, cassa a tenuta stagna in acciaio inox AISI 304, anello di tenuta anteriore in acciaio inox, elemento sensibile a spirale bimetallica, completi di vite micrometrica di taratura e di guaina sfilabile filettata diametro 1/2" (pozzetto).

La graduazione della scala (in °C) deve essere:

- 0 / 120 per acqua calda di riscaldamento e di consumo;
- 10 / 40 per acqua refrigerata;
- 0 / 60 per acqua di torre e di recupero calore.

Tolleranza 0,5°C.

I termometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto ed, in ogni caso, sull'entrata e sull'uscita del fluido di ciascun utilizzatore, devono essere omologati.

***b) Manometri***

I manometri sono del tipo Bourdon, quadrante diametro 100 mm, perno radiale in ottone, a tenuta stagna in acciaio inox AISI 304, anello di tenuta in acciaio inox, elemento manometrico tubolare in lega di rame con saldature a stagno, movimento di precisione a orologeria di tipo rinforzato in ottone. Precisione classe III UNI. Sono sempre completi di rubinetto portamanometro in bronzo con flangetta di controllo e serpentino in rame. Il fondo scala deve essere compreso tra 1,25 e 2 volte la pressione massima di esercizio dell'impianto. I manometri installati in corrispondenza di pompe o comunque su tutti i circuiti dove si verificano vibrazioni, colpi di ariete, etc., devono essere a riempimento di glicerina. I manometri, installati in tutte le posizioni indicate sui disegni di progetto, devono essere omologati.

**c) Barilotti sfiato aria**

I barilotti di sfiato aria devono essere ricavati da tubo in acciaio nero, diametro esterno 60 mm. Debbono essere con fondi bombati e dotati, superiormente ed inferiormente, di attacchi diametro 3/8" filettati. Lunghezza minima 300 mm.

**d) Valvole automatiche di sfogo aria**

Le valvole automatiche di sfogo aria vengono utilizzate per l'eliminazione dell'aria nelle reti di distribuzione acqua calda di riscaldamento, acqua refrigerata, etc. Il loro funzionamento è determinato dallo spostamento di un galleggiante interno che, a seconda della posizione assunta nel barilotto, consente l'apertura o la chiusura di una valvola di sfogo posta alla sommità del corpo valvola. Le valvole hanno corpo e coperchio in ottone;

- filtro, molla, asta otturatore, galleggiante in acciaio inox;
- otturatore in VITON, tenute in EPDM.

L'attacco è filettato (3/4"). 15 di 110

## **2.74 Coibentazioni**

### **2.4.1. Tubazioni e serbatoi**

Tutte le tubazioni ed i serbatoi percorse o contenenti fluidi con temperatura maggiore di 45°C ed inferiore a 14°C devono essere coibentati termicamente. Le tubazioni ed i serbatoi percorse o contenenti fluidi con temperatura compresa tra i 14°C ed i 40°C possono richiedere isolamento agli effetti anticondensa. Le tubazioni devono essere coibentate singolarmente. La posa delle coibentazioni può avere inizio solo dopo l'esito positivo della prova di circolazione fluidi.

### **2.4.2 Condotte aria e condotte fumo**

Le condotte dell'aria e le condotte fumo devono essere coibentate. Fanno eccezione le condotte per espulsione di aria con temperatura fino a 60°C, salvo diversa specifica indicazione. La posa delle coibentazioni può avere inizio solo dopo l'esito positivo della prova di circolazione.

### **2.4.3 Materiali coibenti**

- Lana di vetro in coppelle rigide con taglio longitudinale, reazione al fuoco CLASSE 0, densità 60-75 kg/mc, conduttività termica (40°C) 0,035 W/ m °K.
- Materiale isolante espanso a base di gomma sintetica (elastomero) con struttura a cellule chiuse in tubo flessibile, densità 73/83 kg/mc, fattore di resistenza alla diffusione al vapore > 7.000, reazione al fuoco CLASSE 1, conduttività termica 0,040 W/ m °K (40°C) e 0,036 W/ m °K(0°C).
- Polistirolo espanso in coppelle rigide, autoestinguente, densità 20 kg/mc, conduttività termica (10°C) 0,036 W/ m °K.
- Lana di vetro in materassino, non combustibile, densità 22 kg/mc, conduttività termica (40°C) 0,041 W/ m °K.
- Materiale isolante espanso a base di gomma sintetica (elastomero) con struttura a cellule chiuse in lastra flessibile, densità 73/83 kg/mc, fattore di resistenza alla diffusione al vapore > 7.000, reazione al fuoco CLASSE 1, conduttività termica 0,040 W/ m °K (40°C) e 0,036 W/ m °K(0°C).

- Lana di vetro in materassino, reazione al fuoco CLASSE 0, densità 20 kg/mc, conduttività termica (40°C) 0,042 W/ m °K, rivestita con foglio di carta kraft-alluminio retinato.
- Lana di roccia in materassino, non combustibile, densità 80 kg/mc, conduttività termica (50°C) 0,040 W/ m °K.

#### 2.4.4 Barriera vapore

Nelle coibentazioni realizzate con materassino sintetico espanso e con lana di vetro in materassino supportata da foglio di PVC, la barriera vapore è realizzata dalla costruzione stessa o dalla composizione del materiale coibente. Nelle coibentazioni realizzate con polistirolo espanso in coppelle la barriera vapore è realizzata come segue:

- sigillatura delle giunzioni delle coppelle mediante emulsione omogenea di miscela di bitumi e resine con aggiunta di pigmenti inorganici colloidali;
- spalmatura di emulsione bituminosa miscelata con fibrette di amianto;
- avvolgimento con velo di vetro pressato sulla superficie ed annegato nell'impasto;
- ulteriore applicazione di uno strato di emulsione bituminosa con completa copertura del velo di vetro.

In ogni caso qualsiasi interruzione della barriera vapore deve essere ripristinata con mastice o sigillante. Tutti i materiali impiegati devono essere resistenti alla fiamma.

#### 2.4.5 Materiali di finitura

Le coibentazioni realizzate con materiale sintetico espanso e con lana di vetro in materassino supportata da foglio di PVC non richiedono finitura. Le coibentazioni realizzate con lana di vetro in coppelle o materassino, devono essere finite con uno dei seguenti rivestimenti (salvo diversa specifica indicazione):

- tubazioni in vista
  - lamierino di alluminio semicrudo, purezza 99,5 %, 0,7 mm fino al diametro isolato 300 mm; 0,8 mm oltre. Il lamierino è tracciato, bordato e calandrato in modo da seguire con la massima aderenza il corpo isolato; le curve sono realizzate a settori; il fissaggio avviene con viti autofilettanti zincocromate; le giunzioni tra i vari tronchi devono essere realizzate in modo tale da impedire ogni infiltrazione;
  - lamierino di prima scelta tipo Sendzimir Fe 00 G2 UNI 5753-75 zincato a caldo con circa 200 g/mq di zinco; spessore 0,6 mm fino al diametro isolato 300 mm; 0,7 mm oltre. Il lamierino è tracciato, bordato e calandrato in modo da seguire con la massima aderenza il corpo isolato; le curve sono realizzate a settori; il fissaggio avviene con viti autofilettanti zincocromate; le giunzioni tra i varitronchi devono essere realizzate in modo tale da impedire ogni infiltrazione;
  - lamierino in acciaio inox AISI 304; spessori come al punto precedente;
  - guaina di PVC rigido, spessore 200 µm con lato longitudinale adesivo. La guaina è posata in modo da seguire con la massima aderenza il corpo isolato; le curve sono isolate con gli specifici pezzi prefabbricati; il fissaggio longitudinale avviene attraverso il lato autoadesivo; la sigillatura delle giunzioni è realizzata con nastro autoadesivo in PVC; le testate sono contenute con lamierino di alluminio risbordato;
- tubazioni occultate

- benda in PVC spessore 80 µm. La benda è avvolta a spirale aderentemente al corpo isolato; le testate sono contenute con lamierino di alluminio risbordato;
- guaina di PVC rigido come al punto precedente.

#### 2.4.6 Coibentazione delle tubazioni calde e calde/fredde

##### *a) Generale*

La coibentazione delle tubazioni percorse da fluidi caldi (ovvero a temperatura > 45°C) è realizzata con:

- lana di vetro in coppelle;
- materiale sintetico espanso in tubo flessibile (solo per temperature del fluido comprese tra 45°C e 85°C).

La coibentazione delle tubazioni percorse da fluidi sia caldi che freddi è realizzata con materiale sintetico espanso in tubo flessibile.

##### *b) Lana di vetro in coppelle*

###### b.1) Posa:

La posa della coibentazione realizzata con lana di vetro in coppelle deve essere eseguita come segue:

- applicazione delle coppelle in unico strato fino allo spessore 60 mm, quindi in doppio strato congiunti sfalsati;
- legatura delle coppelle con filo di ferro zincato diametro 1 mm (n. 3 legature per ogni coppella);
- applicazione del materiale di finitura (lamierino di alluminio o acciaio, guaina in PVC, benda in PVC).

L'isolamento deve essere, in generale, continuo anche negli attraversamenti di muri, grigliati e solette. E' interrotto solo in corrispondenza di flange (a distanza tale da permettere lo sfilaggio dei bulloni), organi di intercettazione ed, eventualmente, staffe di sostegno. Ogni interruzione deve essere comunque realizzata mediante applicazione sulle testate di lamierini di chiusura in alluminio. Giunti di dilatazione "a cannocchiale" devono essere previsti in modo da impedire la deformazione del materiale di finitura. Nei tratti verticali l'isolamento deve essere supportato da anello in ferro piatto 25 x 3 mm, solidale con la tubazione e posto alla base del montante.

###### b.2) Spessori

Gli spessori della coibentazione sono determinati in relazione a: diametro esterno della tubazione, temperatura del fluido che percorre la tubazione, ubicazione della tubazione. In riferimento a questa ultima condizione si distingue:

- tipo A: tubazioni ubicate in ambienti non riscaldati oppure in ambienti riscaldati ma percorse da fluido caldo durante i periodi di inattività del riscaldamento ambientale (es. recupero calore, postriscaldamento, acqua calda di consumo);
- tipo B: tubazioni costituenti montanti ubicate nei tamponamenti esterni di edifici;
- tipo C: tubazioni ubicate in ambienti riscaldati.

A seconda dei casi, e salvo diversa esplicita indicazione, gli spessori da impiegare sono:

Diametro tubazione		Temperatura del fluido alla immissione nella rete di distribuzione						
Convenzionale in pollici	Esterno in mm	fino a 85°C spess. (mm)			da 86 a 105°C spess. (mm)			oltre 105°C spess. (mm)
		A	B	C	A	B	C	A
1/8 – 1/4	10,2 – 13,5	20	20	20	-	-	-	-
3/8	17,2	20	20	20	-	-	-	-
1/4	21,3	25	20	20	30	20	20	40
3/4	26,9	25	20	20	40	20	20	40
1 – 1 1/2	33,7 – 48,3	40	20	20	40	20	20	50
2 - 3	60,3 – 88,9	50	25	20	50	25	20	50
3 1/2 - 4	101,6 – 114,3	50	25	20	50	25	20	50
6	168,3	50	25	20	60	30	20	60
8 - 10	219,3 – 273,0	60	30	20	70	40	25	80
12 e oltre	323,9 e oltre	70	40	25	80	40	25	90

*Illustrazione 3: Spessori*

*c) Materiale sintetico espanso in tubo flessibile*

*c.1) Posa*

La posa della coibentazione viene eseguita tagliando il tubo flessibile longitudinalmente, avvolgendolo sul tubo da isolare e saldando i lembi del taglio con lo specifico adesivo. Qualora il tubo da isolare abbia DN125, anzichè tubo flessibile occorre usare la lastra. Le curve fino al DN40 vengono realizzate approfittando della normale flessibilità del tubo isolante; dal DN50 al DN80 vengono realizzate a segmenti saldati fra loro e

Diametro tubazione		Temperatura del fluido alla immissione nella rete di distribuzione		
Convenzionale in pollici	Esterno in mm	fino a 85°C spess.		
		A	B	C
1/8	10	-	11	7
1/4	14	-	11	7,5
3/8	17	-	11,5	8
1/2	22	-	18	12
3/4	27	-	19	12,5
1	33	-	19,5	13
1 1/4	42	-	20	13,5
1 1/2	48	-	20,5	13,5
2	60	-	29	16,5
2 1/2	76	-	30	17
3	89	-	30,5	17,5
	101	-	31	18
4	114	-	31,5	18

*Illustrazione 4: Spessori*

tagliando longitudinalmente il manufatto; dal DN100 vengono ottenute attraverso la saldatura di due pezzi opportunamente sagomati, ricavati da lastra. L'isolamento deve essere, in generale, continuo anche negli attraversamenti di muri, grigliati e solette. E' interrotto solo in corrispondenza di flange (a distanza tale da permettere lo sfilaggio dei bulloni), organi di intercettazione ed eventualmente staffe di sostegno. Ogni interruzione deve essere comunque realizzata mediante applicazione sulle testate di lamierini di chiusura in alluminio.

### c.2) Spessori

Gli spessori della coibentazione sono determinati in relazione a: diametro esterno della tubazione, temperatura del fluido che percorre la tubazione, ubicazione della tubazione. In riferimento a questa ultima condizione si distingue:

- tipo A: tubazioni ubicate in ambienti non riscaldati oppure in ambienti riscaldati ma percorse da fluido caldo durante i periodi di inattività del riscaldamento ambientale (es. recupero calore, post-riscaldamento, acqua calda di consumo);
- tipo B: tubazioni costituenti montanti ubicate nei tamponamenti esterni di edifici;
- tipo C: tubazioni ubicate in ambienti riscaldati.

A seconda dei casi, e salvo diversa esplicita indicazione, gli spessori da impiegare sono:

#### 2.4.8 Coibentazione di flange e valvole

Salvo diversa specifica indicazione devono essere coibentati flange, valvole ed altri accessori a corredo di tubazioni percorse da fluidi a temperatura  $< 15^{\circ}\text{C}$  e  $> 85^{\circ}\text{C}$ .

Sulle tubazioni fredde ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) l'isolamento è realizzato mediante materiale sintetico espanso ricavato da lastra (spessore 13/19 mm) e scatole in lamierino di alluminio (spessore 8/10 mm). Le scatole sono smontabili e dotate di chiusura a scatto e sono omesse in caso di tubazione non in vista. Sulle tubazioni percorse da fluido a temperatura  $> 85^{\circ}\text{C}$  flange, valvole ed accessori sono sempre coibentati mediante materassino in lana di vetro (spessore 40/50/60 mm) e scatole in lamierino di alluminio (spessore 8/10 mm). Le scatole sono smontabili e dotate di chiusura a scatto.

#### 2.4.9 Coibentazione delle condotte dell'aria

La coibentazione delle condotte dell'aria installate all'interno di ambienti è posata sempre esternamente alla condotta stessa e può essere realizzata con:

- lana di vetro;
- materiale sintetico espanso.

La coibentazione realizzata con lana di vetro deve essere con materassino rivestito con carta kraft-alluminio retinato e deve avere spessore 25 mm min. Il materassino è mantenuto aderente alle condotte con rete zincata. La coibentazione realizzata con materiale sintetico espanso con struttura a cellule chiuse deve essere con lastra flessibile. Questa (spessore 19 mm min) deve avere strato adesivo in corrispondenza della faccia d'aderire alle condotte. Le giunzioni trasversali devono essere ricoperte con striscia del medesimo materiale di larghezza minima 100 mm. Quando le condotte dell'aria sono installate all'aperto gli spessori devono essere almeno raddoppiati e deve essere sempre prevista la finitura in lamierino di alluminio.

## **2.5 Prescrizioni generali**

### 2.5.1 Certificazioni

Prima dell'inizio delle operazioni di taratura e messa a punto devono essere rese disponibili:

- tutti i certificati di omologazione previsti dalla normativa;
- tutta la documentazione relativa a collaudi in fabbrica (libretti, nulla osta, etc.) prevista dalla normativa;
- tutte le pratiche relative a nuove installazioni previste dalla normativa;

- tutti i dati e gli elementi necessari al Committente per istruire pratiche di propria competenza.

#### 2.5.2 Documentazione finale delle opere - Collaudo

In coincidenza della presa in consegna dell'opera nella sua completezza, al Committente dovrà essere fornita dall'Appaltatore la documentazione finale delle opere, ovvero almeno:

- la relazione tecnica esplicativa e di funzionamento;
- una copia riproducibile dei disegni finali di cantiere, aggiornati e perfettamente corrispondenti alle opere realizzate, con l'indicazione del tipo e della marca di tutte le apparecchiature e materiali installati ed il loro posizionamento esatto;
- per quanto riguarda le singole apparecchiature installate: una documentazione, perfettamente ordinata con indice analitico, riportante tutte le specifiche tecniche, i disegni, gli schemi e le istruzioni di funzionamento, installazione, taratura e manutenzione;
- il certificato di collaudo dell'eventuale impianto di regolazione automatica firmato dal responsabile della commessa del fornitore;
- la documentazione fotografica riguardante le varie fasi dell'opera e in particolare tutte le parti di impianto occultate permanentemente, oppure raggiungibili con difficoltà.

Il collaudo definitivo è eseguito da un Collaudatore o da una Commissione di collaudo nominato dal Committente. Il collaudo viene iniziato almeno entro tre mesi a decorrere dalla data di ultimazione lavori. L'Appaltatore deve fornire gli apparecchi e gli strumenti, l'adatto personale, nonché predisporre le opere necessarie per eseguire il collaudo. Tutte le spese per l'effettuazione del collaudo, salvo le competenze dei professionisti incaricati dello stesso, sono a carico dell'Appaltatore. Nel periodo decorrente tra la data di ultimazione dei lavori ed il collaudo, l'Appaltatore ha l'obbligo della manutenzione gratuita delle opere eseguite; inoltre deve eseguire tutti quei lavori prescritti dal Collaudatore.

#### 2.5.3 Verifiche e prove preliminari

In corso d'opera devono poter essere eseguite tutte quelle verifiche e prove ritenute opportune. Dette verifiche e prove vengono eseguite in contraddittorio e devono essere verbalizzate. Le verifiche e le prove preliminari si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione dei lavori, in modo che risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei medesimi. Dette verifiche e prove sono:

##### *a) Impianti termici e aerulici.*

- Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura dei materiali offerti e delle apparecchiature corrisponda, quantitativamente e qualitativamente, alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera sia stata eseguita secondo quanto previsto dalle prescrizioni tecniche. Deve essere effettuata prima della chiusura di tracce e cavedi e della posa delle coibentazioni.
- Prova idraulica a freddo delle tubazioni - Deve essere effettuata prima della chiusura di tracce e cavedi e della posa delle coibentazioni, se possibile mano a mano che si esegue l'impianto, e comunque sempre prima di effettuare le prove di cui ai punti seguenti. Viene eseguita portando la pressione all'interno delle tubazioni ad un valore di almeno 1.5 volte superiore a quello corrispondente alla pressione massima di esercizio, e comunque non inferiore a 6 bar, per una durata di 24 ore. La pressione di prova viene ottenuta con una pompa idraulica, munita di



manometro, inserita in un qualunque punto del circuito. L'esito della prova è ritenuto positivo quando non si verificano perdite o deformazioni permanenti. Strumenti: manometro di tipo uguale a quello installato sull'impianto.

- Prova preliminare di circolazione, tenuta e dilatazione, con fluidi caldi e freddi - Viene eseguita portando la temperatura nell'impianto ai valori di progetto e mantenendola per tutto il periodo necessario per eseguire un'accurata ispezione, che deve iniziare quando siano raggiunte le condizioni di legge. L'esito della prova è ritenuto positivo quando in tutte le apparecchiature sia stata raggiunta la temperatura di progetto, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i serbatoi di espansione abbiano potuto assorbire le variazioni di volume dei fluidi dell'impianto.
  - Strumenti: termometro di tipo uguale a quello installato sull'impianto.
- Prova di efficienza delle apparecchiature installate - Viene eseguita attraverso la misura ed il confronto con i valori di progetto di:
  - ventilatori: portata, prevalenza, velocità di rotazione, potenza assorbita, livello sonoro;
  - bocchette: portata, livello sonoro;
  - condotte aria: portata, tenuta
  - generatori di calore: temperatura ambiente, temperatura fumi, tenore CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, opacità;
  - pompe: portata, prevalenza, potenza assorbita;
  - scambiatori di calore: portata fluidi, pressioni in entrata ed in uscita, temperature in entrata ed in uscita;
  - gruppi refrigeratori d'acqua: portata dei fluidi, pressioni in entrata ed in uscita, temperature in entrata ed in uscita, potenza assorbita, livello sonoro;
  - torri di raffreddamento: portata dei fluidi, temperatura in entrata ed in uscita, potenza assorbita, livello sonoro.

I componenti di impianto soggetti a normativa specifica devono essere forniti con la documentazione comprovante l'esito positivo degli accertamenti prescritti.

Strumenti:

- velocità dell'aria (bocchette, griglie, etc.): anemometro a filo caldo;
  - velocità dell'aria (condotte aria): tubo di Pitot
  - pressione aria: micromanometro differenziale a miscela con tubo inclinato;
  - umidità aria: psicrometro di Assman
  - temperatura altri fluidi: termometro uguale a quello installato sull'impianto;
  - pressione altri fluidi: manometro uguale a quello installato sull'impianto;
  - livello sonoro: fonometro con curve A, B, C, lineare e costanti di tempo.
- Verifica dell'efficienza del sistema di regolazione (funzionamento di tutti gli organi, corretto collegamento, etc.).
  - Verifica, nelle zone occupate, dei valori di:

- temperatura;
  - umidità relativa;
  - velocità dell'aria;
  - livello sonoro: fonometro con curve A, B, C lineare e costanti di tempo.
- e confronto con i valori di progetto.
- Strumenti:
    - velocità dell'aria (bocchette, griglie, etc.): anemometro a filo caldo;
    - umidità aria: psicometro di Assman;
    - temperatura aria: termometro a ventola;
    - livello sonoro: fonometro con curve A, B, C lineare e costanti di tempo.

*b) Impianti idrici e sanitari*

- Misura della pressione a metà altezza delle colonne montanti. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'erogazione al rubinetto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con battente residuo non inferiore a 5 m H<sub>2</sub>O. Le prove di pressione generali, rubinetteria compresa, vengono eseguite alla pressione di prova della rubinetteria. Strumenti: manometro di tipo uguale a quello installato sull'impianto.
- Prova preliminare di circolazione, di tenuta e di dilatazione con acqua fredda e calda - Per gli impianti con acqua calda, portando a 70 °C la temperatura nelle reti di distribuzione. L'ispezione viene eseguita quando gli impianti sono a regime. Il risultato della prova sarà positivo solo quando alle erogazioni l'acqua arrivi alla temperatura stabilita e quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti. Per l'acqua fredda la prova consisterà nella verifica della regolare circolazione. Strumenti: termometro di tipo uguale a quello installato sull'impianto.
- Prova di portata acqua fredda e calda - Viene eseguita con le seguenti modalità:
  - apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale degli apparecchi installati;
  - le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità.

L'esito della prova è ritenuto positivo se, nelle condizioni suddette, la portata alle utenze più sfavorite è almeno quella prescritta e la portata totale, misurata all'organo erogatore, non è inferiore alla portata prevista in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste.

- Verifica della circolazione della rete acqua calda - Viene eseguita tenendo in funzione la sola utenza più sfavorita. L'esito della prova è ritenuto positivo se il volume di acqua erogata prima dell'arrivo dell'acqua calda è inferiore a 2 [L].
- Prova ad acqua delle tubazioni di scarico e ventilazione - Viene eseguita, se possibile, mano a mano che si esegue l'impianto, riempiendo le tubazioni e verificando che il livello non si abbassi. E' quindi

necessario chiudere provvisoriamente tutte le aperture e gli sbocchi con tappi ad espansione. La pressione di prova è di almeno 5 mt c.d.a..

- Prova di funzionamento dei vasi - Viene seguita verificando che lo scarico di lavaggio riesca ad espellere contemporaneamente: una mela, un foglio di giornale spiegazzato ed alcuni tappi di sughero.

I componenti di impianto soggetti a normativa specifica devono essere forniti con la documentazione comprovante l'esito positivo degli accertamenti prescritti.

#### 2.5.4 Rumorosità

Gli impianti devono essere installati in modo da poter ottenere la massima silenziosità durante il funzionamento: è necessario quindi adottare tutte le precauzioni per ottenere questo scopo. In particolare occorre prevedere:

- l'adozione di macchinari con parti rotanti a basso numero di giri;
- l'adozione di basamenti flottanti per macchine in movimento;
- l'installazione di supporti antivibranti a corredo di tutte le apparecchiature ed i macchinari con parti in movimento;
- l'installazione di giunti antivibranti tra apparecchiature e macchine con parti in movimento e reti a queste collegate;
- l'adozione di sostegni che evitino il rigido collegamento delle parti dell'impianto alla struttura dell'edificio;
- la massima cura nella posa delle coibentazioni;
- la completa adozione degli ammortizzatori di colpo d'ariete;
- la massima cura nella realizzazione dell'impianto di ventilazione;
- la completa adozione dei dispositivi rompigetto.

In ogni caso il livello sonoro degli ambienti serviti dagli impianti meccanici, quando questi siano in funzione, non deve superare per più di 3 dB (A) il livello sonoro di fondo. Quanto sopra con il limite inferiore di 30 dB (A), secondo UNI 8199.

#### 2.5.5 Pulizia del cantiere

Prima dell'inizio delle operazioni di taratura tutte le apparecchiature ed i materiali messi in opera devono essere completamente puliti asportando sfridi, tracce di unto, vernice o di materiale edile, residui di imballo ed eliminando la polvere. Durante questa fase devono essere effettuate tutte le operazioni di lubrificazione, serraggio, fissaggio, tensione di cinghie, etc. e messe in opera le targhette e le indicazioni in genere per rendere agevole l'esercizio dell'impianto. Gli sfridi, gli imballi ed in genere il materiale di risulta inerente le forniture e non necessario al funzionamento delle opere devono essere rimossi dal cantiere periodicamente durante i lavori e definitivamente prima dell'inizio delle operazioni di taratura e radunati nel luogo indicato dal Committente.

#### 2.5.6 Taratura e messa a punto

Prima della dichiarazione di ultimazione lavori vengono effettuate le operazioni di taratura e messa a punto degli impianti. La taratura e la messa a punto consistono in quelle operazioni e interventi atti ad ottenere dall'impianto le prestazioni di progetto, intervenendo sia sulla regolazione automatica, sia sugli organi di regolazione specifici delle singole apparecchiature

#### 2.5.7 Identificazione

Apparecchiature, macchinari e componenti di impianto in genere devono poter essere identificati con preciso riferimento alle tavole di progetto aggiornate. A questo scopo:

- Tutte le apparecchiature come: generatore di calore, gruppi frigoriferi, torri di raffreddamento, centrali di trattamento aria, ventilatori, pompe, serbatoi di stoccaggio, serbatoi di espansione, autoclavi, etc., devono essere dotate di targhetta di identificazione.
- Tutte le tubazioni che fanno capo a collettori devono essere dotate di targhetta di identificazione del circuito servito. I vari circuiti devono essere numerati.
- Per tutte le tubazioni e le condotte deve essere permesso il riconoscimento del fluido contenuto ed il suo senso di circolazione attraverso fasce colorate e frecce; le fasce (larghezza minima cm 5) e le frecce (lunghezza minima 20 cm) devono essere posizionate almeno ogni 10 m e comunque in corrispondenza di ogni intercettazione e/o diramazione.
- Le fasce di identificazione devono essere realizzate con il colore relativo riportato nella tabella UNI 5634.
- Le targhetture di identificazione devono essere in alluminio o in plastica rigida, con diciture incise e testo da definire con la D.LL.. Devono essere fissate a viti su piastrina di supporto con tondino di sostegno da applicare all'apparecchiatura o alla tubazione.
- I volantini del valvolame devono essere verniciati con il colore relativo al fluido convogliato.
- La tabella di identificazione (colori-fluidi, sigle, numerazioni) deve essere conservata nella centrale principale in apposita bacheca

#### 2.5.8 Materiale di rispetto

Deve essere prevista la fornitura, insieme ai materiali installati, di una certa quantità di materiali di rispetto, che permetta di affrontare il primo periodo di esercizio degli impianti. Prima dell'inizio delle operazioni di taratura e messa a punto devono essere resi disponibili:

- Guarnizioni: una quantità pari al 10 % di ogni tipo di quelle in opera per valvolame, rubinetteria e flange e passi d'uomo.
- Bulloni: una quantità pari al 10 % di ogni tipo di quelli installati per valvolame a flange.
- Premistoppa: una quantità pari al 10 % di quelli installati per valvolame, rubinetteria e pompe.
- Chiavi: una per ogni tipo di rubinetto a maschio installato.
- Termometri: due per ogni tipo di quelli installati.
- Manometri: due per ogni tipo di quelli installati.
- Tubo in plastica per aria compressa: 50 m per ogni diametro installato.
- Trasmissioni: un set di cinghie per ogni trasmissione a cinghia installata.