REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI PORDENONE
COMUNE DI CORDENONS

OGGETTO:

ADEGUAMENTO NORMATIVO DELLA CENTRALE TERMICA DELL'ASILO NIDO COMUNALE AI FINI DELL'OTTENIMENTO DEL C.P.I.

ASILO NIDO "DON PIERO MARTIN"
Via Don Minzoni n.24 - 33084 Cordenons (PN)

COMMITTENTE:

Comune di Cordenons

Piazza della Vittoria n. 1 - 33084 - CORDENONS (PN)

00	MAGGIO 2018	1a EMISSIONE	–	–	–
No.	DATA/DATE	DESCRIZIONE / DESCRIPTION	DRW	CHK	APP

TITOLO/TITLE

CAPITOLATO PRESTAZIONALE e NORME TECNICHE DI ESECUZIONE

PROGETTISTA

Firmato digitalmente da PPPSVN54E11L424Q/7000000825048072.BawFh424gzld2xdhXjU2k6bW+E8=
ND: cn=PPPSVN54E11L424Q/7000000825048072.BawFh424gzld2xdhXjU2k6bW+E8=, serialNumber=IT:PPPSVN54E11L424Q, givenName=SILVANO, sn=PIPPAN, o=ArubaPEC S.p.A., ou=Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trieste, c=IT
Data: 2018.05.17 16:31:13 +02'00'

ing. S. Pippan
Ordine degli Ingegneri della Prov. TS
Pos. N. 1526

ELABORATO
DOC.02
2di2

STATUS
DEF/ESE

Questo documento è di proprietà. Senza la espressa autorizzazione non può essere modificato, riprodotto o comunicato a terzi.

NORME TECNICHE DI ESECUZIONE

1 Sommario

1. PREMESSA 3
1.1. Oggetto e scopo 3
1.2. Normativa tecnica di riferimento 3
2 CRITERI, PARAMETRI TECNICI E DESCRIZIONE DEL PROGETTO 3
3 CRITERI DI MISURAZIONE, QUALITÀ DEI MATERIALI, VERIFICHE E COLLAUDI 3
3.1 Norme di misurazione e valutazione delle opere 3
3.2 Criteri di misurazione e valutazione 4
3.3 Livello di qualità dei materiali - marche di riferimento 5
3.4 Verifiche e prove preliminari – verifiche finali – collaudi 6
3.4.1 Prove "a freddo" di tubazioni 6
3.4.2 Prove "a caldo" di tubazioni 6
3.5 Verifiche e prove funzionali e finali 6
3.5.1 Taratura e bilanciamento dell'impianto 7
4 MODALITÀ ESECUTIVE 8
4.1 Condizioni esecutive per l'installazione di tubazioni 8
4.1.1 Tubazioni in acciaio nero trafilato o saldato 8
4.1.2 Tubazioni in acciaio zincato 9
4.1.3 Tubazioni in acciaio inossidabile 10
4.1.4 Tubazioni in acciaio con raccordi a bloccaggio meccanico 11
4.1.5 Tubazioni in rame ricotto/crudo per usi generici 12
4.1.6 Tubazioni in PVC per scarichi 14
4.1.7 Tubazioni in polietilene per scarichi 14
4.1.8 Tubazioni in polipropilene autoestinguente per scarichi 15
4.1.9 Tubazioni in polipropilene copolimero rigide per impianti idrotermosanitari 15
4.1.10 Tubazioni multistrato (pp - al - pp) per impianti idrotermosanitari 16
4.1.11 Tubazioni in polietilene reticolato (pe-x) 16
4.1.12 Tubazioni multistrato (pex - al – pead) per impianti idrotermosanitari 17
4.1.13 Saldature di tubazioni, flange e curve - norme particolari 17
4.1.14 Supporti, ancoraggi e intelaiature 18
4.1.15 Giunti di dilatazione e antivibranti 21

4.1.16 Installazione delle condotte – attraversamento di strutture 22
4.1.17 Protezioni delle tubazioni 23
4.1.18 Prova delle condutture 23
4.2 Condizioni esecutive per la limitazione dei fenomeni di vibrazioni e della rumorosità provocata dagli impianti 24
4.3 Condizioni esecutive per l'installazione di isolamenti termici e delle relative finiture 25
4.3.1 Generalità 25
4.3.2 Isolamento di tubazioni 26
4.3.3 Isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri 28
4.3.4 Isolamento di serbatoi, scambiatori etc. 28
4.3.5 Finitura degli isolamenti 29
4.4 Condizioni esecutive per l'installazione di valvolame e simili 30
4.5 Condizioni esecutive per l'installazione di elettropompe 30
4.6 Condizioni esecutive per l'installazione di scambiatori acqua/acqua 31
4.7 Condizioni esecutive per la realizzazione degli impianti elettrici a servizio degli impianti termomeccanici. 32
4.8 Generalità 32
4.8.1 Limiti di fornitura 32
4.9 Quadri elettrici 33
4.9.1 Prescrizioni generali 33
4.9.2 Quadri elettrici di comando – Controllo - Regolazione 35
4.9.3 Linee elettriche 37
4.9.4 Collegamento alla rete di protezione e collegamenti equipotenziali 37
4.9.5 Sezionamento per manutenzione 38
4.9.6 Comando di emergenza 38
4.9.7 Motori elettrici 39
4.10 Condizioni esecutive per la protezione antisismica degli impianti 39
4.10.1 Finalità 39
4.10.2 Generalità 39
4.10.3 Installazione di apparecchiature 40
4.10.4 Tubazioni 40
4.10.5 Varie 44
5 CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI REGOLAZIONE E CONTROLLO 45
5.1.1 Linee elettriche di collegamento 45

1. PREMESSA

1.1. Oggetto e scopo

Il presente capitolato illustra in dettaglio le caratteristiche tipologiche, distributive, dimensionali e prestazionali dei principali elementi impiantistici utilizzati nel progetto esecutivo che prevede la sostituzione del generatore di calore presso l'asilo nodo "Don Piero Martin" di via Don Minzoni n.24 a Cordenons (PN)
Fissa inoltre le modalità esecutive dei principali magisteri delle fasi operative descritte a progetto.

1.2.Normativa tecnica di riferimento

Le opere di natura elettrica, impiantistica ed edile sono progettate nel rispetto dei tutte le disposizioni legislative e normative vigenti alla data di erogazione del progetto stesso. I rifermenti legislativi e normativi sono contenuti in capitolo dedicato facente parte integrante del presente progetto esecutivo.

2 CRITERI, PARAMETRI TECNICI E DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La definizione dei criteri progettuali adottati, l'individuazione dei parametri tecnici posti a base del progetto e la descrizione dettagliata del medesimo sono contenuti nelle varie relazioni specialistiche e di dimensionamento facenti parte del presente progetto.

3 CRITERI DI MISURAZIONE, QUALITÀ DEI MATERIALI, VERIFICHE E COLLAUDI

3.1 Norme di misurazione e valutazione delle opere

I lavori, i manufatti, i macchinari ed i componenti in genere descritti e valutati nel presente progetto si intendono pure comprensivi di tutte le minuterie, accorgimenti, accessori, finiture, ritocchi, verniciature, eventuali lavorazioni in officina, assistenza tecnica, che il buon senso interpretativo fa ritenere incluse nel prezzo, anche se non esplicitamente menzionate. È evidente infatti che nessuna descrizione verbale o grafica, per quanto accurata e dettagliata, può comprendere tutti gli innumerevoli elementi accessori costituenti gli impianti, descrivere tutte le funzioni delle singole apparecchiature, precisare tutti i magisteri esecutivi delle varie categorie di opere. In ogni caso degli oneri per sfridi, materiali di consumo, minuterie, accessori, finiture ecc. è tenuto conto esclusivamente nei prezzi e non nelle quantità dei materiali.

Devono inoltre intendersi comprensivi nella valutazione, se non diversamente specificato, tutti gli oneri relativi a trasporto in cantiere, eventuali collaudi e messa in servizio, spese generali e utili impresa.
Ad ulteriore specificazione i costi della sicurezza che il datore di lavoro è obbligato a sostenere a norma del Titolo III capo 2 del D.lgs. 81/08 per l'esecuzione in sicurezza di ogni singola lavorazione sono da ritenersi comprensivi nelle spese generali mentre i costi della sicurezza specifici al cantiere, di cui all'allegato XV punto 4 del D.lgs. 81/08 e successive varianti, sono valutati separatamente nell'apposito piano della sicurezza e di coordinamento. Assistenze murarie ed opere edili di entità considerevole saranno valutate e descritte separatamente con voci dedicate negli elaborati progettuali.

3.2 Criteri di misurazione e valutazione

Vengono nel seguito esposti i criteri di misurazione e valutazione dei vari componenti, validi ai fini della formulazione del computo metrico e della successiva stima dell'opera. Tali criteri verranno adottati anche in caso di contabilizzazione finale.

Criteri di misurazione e valutazione:

- <u>Singole apparecchiature:</u>
  comprensive di organi di intercettazione, regolazione e controllo, bocchette e altri dispositivi di passaggio dell'aria, ed in genere tutti i componenti singolarmente identificabili.

  La valutazione sarà fatta "ad unità": nel prezzo si intendono incluse tutte le opere indispensabili per l'installazione e l'eventuale allacciamento alle reti esistenti di alimentazione elettrica, idrica o di scarico, nonché per tutte le opere ed assistenze murarie relative.

- <u>Tubazioni, isolamenti, cavi:</u>
  La valutazione per i diversi componenti sarà fatta:

1. tubazioni: "a peso";
2. isolamenti termici: "a superficie" oppure "a lunghezza" (secondo quanto indicato per i differenti tipi);
3. cavi elettrici (se non compresi nell'articolo relativo all'apparecchiatura cui afferiscono): "a lunghezza".

Pesi, superfici e lunghezze si intendono convenzionali e per la loro quantificazione si procederà come segue:

- per le tubazioni in acciaio nero o zincato si misura la lunghezza dei percorsi in asse, valutando il peso complessivo in base al peso unitario quale risulta da specifiche tabelle di unificazione (UNI, ecc.).

In ogni caso (a meno che in altre sezioni del presente elaborato o in altri elaborati di progetto non sia esplicitamente detto di procedere con criteri diversi) si terrà conto nel prezzo in opera dei seguenti oneri:

- costo di giunzioni, raccordi, pezzi speciali;
- costo di materiali di consumo di qualsiasi tipo compresa la protezione antiruggine;
- costo dei supporti, sostegni, mensole, staffe e degli ancoraggi di qualsiasi tipo e relativa protezione antiruggine;
- costo per giunzioni flessibili e protezioni tra tubazioni e strutture edili;
- costo per giunzioni e supporti flessibili in edifici posti in zone sismiche;
- costo di chiusure e sigillature tagliafuoco attorno alle tubazioni, negli attraversamenti delle strutture di compartimentazione antincendio, aventi resistenza al fuoco REI certificata pari o superiore a quella delle struttura attraversata;
- onere per scarti e sfridi.

- <u>Tubazioni in rame:</u>
  saranno valutate in base alla lunghezza dei percorsi misurati in asse, in opera e suddivisi per i vari diametri; in relazione poi al tipo di applicazione, potrà adottarsi la valorizzazione del relativo peso complessivo sulla base del peso per metro dei vari diametri impiegati, oppure la valorizzazione, per i vari diametri, sulla base delle lunghezze.

- <u>Le tubazioni in materiale plastico</u> (PEAD, PVC, PE, PP, ecc.):
  saranno valutate in base alla lunghezza dei percorsi misurati in asse in opera e suddivisi per i vari diametri.

- <u>La superficie degli isolamenti termici e delle relative finiture esterne</u>:
  sarà da intendersi quella esterna risultante dallo sviluppo dell'elemento isolato con lo spessore prescritto, ciò vale in particolare per quanto attiene alle tubazioni.
  Se non esplicitamente quotato, per l'isolamento del valvolame e dei corpi pompa verrà considerata la superficie esterna dell'elemento geometrico elementare (cilindrico o parallelepipedo) che racchiude l'oggetto da isolare attribuendogli lo spessore previsto per la relativa tubazione.

3.3 Livello di qualità dei materiali - marche di riferimento

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente capitolato e dall'insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.
Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE.
Laddove siano utilizzati componenti per i quali è prevista l'omologazione tramite Marchi di conformità alle Normative italiane od europee questi ne devono essere provvisti. I Marchi riconosciuti in ambito CEE saranno considerati equivalenti.

3.4 Verifiche e prove preliminari – verifiche finali – collaudi

Si intendono tutte quelle operazioni da eseguire in corso dei lavori ed alla fine, volte a verificare che gli impianti siano correttamente eseguiti, provati, tarati e messi a punto, e quindi, una volta ultimati i lavori, pronti ad essere messi in funzione ed a funzionare regolarmente e correttamente. I risultati delle prove e verifiche verranno verbalizzati. Il certificato di ultimazione dei lavori verrà redatto una volta ultimate con esito positivo anche tutte le prove funzionali finali. In altre parole il completamento, con esito positivo, di tutte le tarature, messa a punto, prove e verifiche preliminari e finali vincola l'emissione del certificato di ultimazione, con le conseguenze che ciò comporta anche in ordine all'applicazione delle penali. Vengono di seguito elencate le principali prove e verifiche:

3.4.1 Prove "a freddo" di tubazioni

I vari tratti di tubazioni, prima della chiusura delle tracce e/o del mascheramento, dovranno venir provati a freddo ad una pressione superiore di almeno il 30% (e comunque di almeno 2,5 bar) a quella massima di normale esercizio. La pressione dovrà essere mantenuta per almeno 24 ore senza che si verifichino diminuzioni apprezzabili o deformazioni permanenti. Le prove dovranno essere eseguite idraulicamente, con esclusione dell'impiego di aria compressa.
Dopo la prova le tubazioni dovranno essere lavate, vuotate e soffiate, per eliminare tracce di sporco, grasso, depositi.

3.4.2 Prove "a caldo" di tubazioni

Non appena possibile si procederà ad una prova di circolazione del fluido convogliato, ad una temperatura pari a quella di progetto, onde verificare le condizioni di temperatura e, se possibile, di portata nei vari circuiti ed agli utilizzatori, verificare che non vi siano deformazioni e che le dilatazioni avvengano in maniera regolare e controllata.

3.5 Verifiche e prove funzionali e finali

Sarà eseguita una verifica finale intesa ad accertare che il montaggio di tutti i componenti, apparecchi, ecc., sia stato accuratamente eseguito, che la tenuta delle congiunzioni degli apparecchi, prese, ecc. con le condotte sia perfetta, che il funzionamento di ciascuna parte in ogni singolo apparecchio o componente sia regolare e corrispondente ai dati di progetto, che tutte le apparecchiature e le strumentazioni siano correttamente tarate e messe a punto e così via. Verranno quindi messi in funzione tutti gli impianti e lasciati in funzione per un periodo sufficiente a verificarne il corretto funzionamento complessivo, provvedendo ad eliminare tutti gli inconvenienti o disfunzioni che ancora si manifestassero.

Tutta la strumentazione richiesta per le prove deve essere fornita a cura e carico dell'Impresa, salvo deroghe concesse dalla DL su richiesta dell'Impresa stessa.

Le verifiche e le prove preliminari di cui sopra saranno eseguite dalla DL in contraddittorio con l'Impresa e di esse e dei risultati ottenuti si compilerà di volta in volta regolare verbale.
La DL, ove si trovi da eccepire in ordine ai risultati riscontrati, perché non conformi alle prescrizioni contrattuali, emetterà il certificato di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel certificato stesso, che da parte dell'Impresa sono state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie.
Si intende che, nonostante l'esito favorevole delle prove preliminari e verifiche suddette, l'Impresa rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

3.5.1 Taratura e bilanciamento dell'impianto

L'impresa di concerto con la DL provvederà al settaggio delle pompe a portata e prevalenza di progetto. Provvederà inoltre alla preregolazione e alla taratura delle valvole di bilanciamento installate verificando le portate e i Delta Pressione mediante strumento digitale di lettura pressione differenziale e portata. La taratura prevederà la determinazione del Kv della valvola in funzione dei parametri sopra citati. Nel corso del bilanciamento dell'impianto saranno verificati a ritroso anche i circuiti già bilanciati.

4 MODALITÀ ESECUTIVE

4.1 Condizioni esecutive per l'installazione di tubazioni

In relazione a quanto previsto negli elaborati di progetto, potranno essere usati i tipi di tubazioni qui di seguito indicati.

4.1.1 Tubazioni in acciaio nero trafilato o saldato

Le tubazioni in acciaio nero per usi generici (riscaldamento, condizionamento, vapore, condensa, ecc.) saranno del tipo senza saldatura longitudinale (Mannesmann) secondo UNI EN 10255 (tubi gas filettabili serie leggera L1 e/o media secondo quanto richiesto e/o prescritto; diametri espressi in pollici) e UNI EN 10216-2 (tubi lisci bollitori con spessore, per ogni diametro, corrispondente al minimo indicato in tabella 5 della norma; diametri espressi in mm).
A richiesta la Direzione Lavori potrà autorizzare l'utilizzo anche di tubazioni saldate longitudinalmente.
La raccorderia sarà di tipo unificato, con estremità a saldare per saldatura autogena all'arco elettrico o al cannello ossiacetilenico. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente allineati e posti in asse e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi con smusso a "V".
Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°. Per quanto riguarda le curve è ammesso di piegare direttamente il tubo (con piega tubi idraulico o meccanico) solo per i diametri inferiori a 40 mm; il tubo piegato non dovrà presentare corrugamenti o stiramenti altrimenti non sarà accettato.
Per collegamenti che debbano essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni - serbatoi o valvole di regolazione - tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi (con tenuta realizzata mediante guarnizione O.R. o metodo analogo) o giunti a flange.
Tutte le tubazioni nere saranno accuratamente protette con due mani di vernice antiruggine di colore diverso, o con trattamento protettivo a base di resine epossidiche eseguito direttamente in fabbrica, previa sabbiatura e pulitura delle superfici. La verniciatura protettiva dovrà essere ripresa, dopo avvenuta la posa delle tubazioni, in corrispondenza delle saldature e in tutti i punti in cui risulti danneggiata.

Le tubazioni da interrare saranno pre-protette con rivestimento di fabbrica in polietilene estruso secondo UNI 9099, con ripresa della protezione in tutte le giunzioni eseguita in opera.
I circuiti saranno equilibrati inserendo, dove indicato sui disegni o comunque necessario, valvole o diaframmi di taratura.
Le tubazioni si svilupperanno senza gomiti o curve a piccolo raggio, ne' bruschi cambiamenti di sezione; saranno posate con spaziature sufficienti a consentire lo smontaggio nonché la facile esecuzione del rivestimento isolante e opportunamente sostenute con particolare riguardo ai punti di connessione con pompe, batterie, valvole, ecc., in modo che il peso non gravi sulle flange di collegamento.

Le tubazioni saranno montate in maniera tale da consentire il completo svuotamento dei circuiti e l'eliminazione dell'aria; gli scarichi saranno accessibili per le ispezioni e la sostituzione degli organi di intercettazione e muniti di tappo filettato con catenella. Gli sfoghi d'aria saranno realizzati con barilotti di raccolta aria; le intercettazioni saranno in posizione accessibile e, possibilmente, centralizzate.
Per impieghi di tipo particolare, quali ad esempio in impianti sprinkler o in impianti ad alta pressione, dovranno essere utilizzate tubazioni in acciaio nero secondo UNI EN 10255 serie media, esclusivamente senza saldatura.
In alternativa alle giunzioni e raccorderia a saldare precedentemente descritte, potranno usarsi per i tubi fino a 4" (UNI EN 10255), raccorderia e giunzioni a vite-manicotto: la raccorderia sarà in ghisa malleabile a cuore bianco, e la tenuta sarà realizzata con nastro di teflon oppure con appositi mastici sigillanti.
Le tubazioni preisolate e tutto l'insieme dei pezzi speciali e degli accessori saranno conformi alla normativa CEN EN 253 per trasporto fluido in campo di temperature fino a 138 °C e pressioni d'esercizio sino a PN 25. Il tubo portante sarà conforme alla norma EN 10217, il tubo guaina sarà del tipo in polietilene ad alta densità e l'isolamento sarà in schiuma rigida di poliuretano con densità totale pari a 80 kg/m3 e percentuale di cellule chiuse superiore a 88%

4.1.2 Tubazioni in acciaio zincato

Le tubazioni in acciaio zincato saranno del tipo senza saldatura longitudinale (Mannesmann) zincati a caldo (zincatura secondo EN 10240-A1) in fabbrica, secondo UNI EN 10255 (tubi gas filettabili serie leggera L1 e/o media secondo quanto richiesto e/o prescritto; diametri espressi in pollici) fino a 4" compreso, UNI EN 10216-1/TR1 (tubi lisci commerciali con spessore, per ogni diametro, corrispondente al minimo indicato in tabella 5 della norma; diametri espressi in mm) zincate a bagno dopo la formatura per diametri superiori.
Per i primi (diametri fino a 4") si useranno raccordi in ghisa malleabile (zincati) del tipo a vite e manicotto.
La tenuta sarà realizzata con canapa e mastice di manganese, oppure con nastro di PTFE. Per i collegamenti che debbono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni-serbatoi o valvole di regolazione-tubazioni o simili) si useranno bocchettoni a tre pezzi, con tenuta a guarnizione O.R. o sistema analogo.
Per i secondi si potranno prefabbricare dei tratti mediante giunzioni e raccorderia a saldare (ovviamente prima della zincatura) previa adeguata preparazione dei lembi, come descritto riguardo alle tubazioni nere. Le estremità dei tratti così eseguiti verranno flangiate. I vari tratti verranno quindi fatti zincare a bagno internamente ed esternamente. La giunzione fra i vari tratti prefabbricati avverrà per flangiatura, con bulloni pure zincati.
E' assolutamente vietata qualsiasi saldatura su tubazioni zincate.
Se richiesto, le tubazioni zincate saranno del tipo preprotetto in fabbrica con polietilene estruso secondo UNI 9099, con ripresa in opera delle protezioni su tutte le giunzioni.

4.1.3 Tubazioni in acciaio inossidabile

Le tubazioni in acciaio inossidabile saranno del tipo AISI 304 (ASTM TP304) o AISI 316 (ASTMTP316), secondo quanto richiesto e/o necessario, conformi alle norme UNI EN ISO 1127, elettrouniti e calibrati, solubilizzati in bianco (se impiegati per trasporto di gas puri di laboratorio) e decapati.
La raccorderia e le giunzioni saranno del tipo a saldare, per saldatura autogena all'arco elettrico, con speciali elettrodi in acciaio austenitico, rivestiti con materiale di protezione della saldatura. Non sono ammesse curvature a freddo o a caldo del tubo: si dovranno usare esclusivamente raccordi prefabbricati. I tratti da saldare dovranno essere perfettamente posti in asse ed allineati e la saldatura dovrà avvenire in più passate (almeno due) previa preparazione dei lembi, con smusso a "V".
Tutte le variazioni di diametro dovranno essere realizzate con tronchi di raccordo conici, con angolo di conicità non superiore a 15°C.
Sono ammessi la prefabbricazione fuori cantiere di tratti con le estremità flangiate ed il successivo assemblaggio in cantiere dei tratti così flangiati, mediante bulloni pure in acciaio inox AISI 304.
Per l'esecuzione di collegamenti che devono essere facilmente smontati (ad esempio tubazioni-serbatoi o altre apparecchiature) si useranno esclusivamente giunzioni a flange.

Le tubazioni dovranno essere accompagnate da certificazioni, indicanti il costruttore, l'anno di costruzione, il materiale e la rispondenza alle norme.
Salvo diversa specifica indicazione riportata in altri elaborati progettuali, le tubazioni in acciaio inox della norma citata avranno le caratteristiche indicate nella seguente tabella:

TUBI ELETTROUNITI CALIBRATI IN ACCIAIO INOX AISI 304 E AISI 316 UNI EN ISO 1127				
Diametro esterno			Spessore (mm)	Massa lineica (kg/m)
(Pollici)		(mm)		
1/4"	(DN 8)	14	2	0,601
3/8	(DN 10)	17,	2	0,76
1/2	(DN 15)	21,	2	0,96
3/4	(DN 20)	26,	2	1,25
1	(DN 25)	33,	2	1,580
1"1/4	(DN 32)	42,	2	2,020
1"1/2	(DN 40)	48,	2	2,310
2	(DN 50)	60,	2	2,920
2"1/2	(DN 65)	76,	2	3,700
3	(DN 80)	88,	2	4,350
4	(DN 100)	114,	2	5,620

TUBI ELETTROUNITI CALIBRATI IN ACCIAIO INOX AISI 304 E AISI 316 UNI EN ISO 1127				
Diametro esterno			Spessore (mm)	Massa lineica (kg/m)
(Pollici)		(mm)		
5	(DN 125)	139,	3.	11,00
6	(DN 150)	168,	3.	13,20
8	(DN 200)	219,	3.	17,30
10	(DN 250)	273	3.2	21,60
12	(DN 300)	323,	3.	25,700
14	(DN 350)	355,	4	35,20
16	(DN 400)	406,	4	40,30
18	(DN 450)	457	4	45,40
20	(DN 500)	508	5	62,90

4.1.4 Tubazioni in acciaio con raccordi a bloccaggio meccanico

Tubazioni in acciaio con raccordi a bloccaggio meccanico (Tipo Mannesman Pressfitting) realizzate a seconda di quanto richiesto in acciaio inox AISI 304, oppure AISI 316L, oppure acciaio a basso tenore di carbonio, ricotto. Lo spessore della tubazione sarà da 1.0 mm a 2 mm a seconda del diametro nominale (diametro massimo previsto DN 100).
Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

<u>tubazioni in acciaio ricotto per uso in impianti di riscaldamento:</u>

- materiale: acciaio ricotto in tubo sottile, secondo DIN 2394 (materiale RST.34-2 n.1.0034) ;
- protezione esterna (su richiesta): guaina di polipropilene di densità 0.9 g/cmc e conduttività 0.22 W/mq K;
- limite di snervamento: 230-270 N/mmq;
- allungamento: min. 40%;
- pressione massima di esercizio: 1.6 MPa;
- temperatura massima di funzionamento: 110 °C;
- pressione di cedimento del giunto: > 100bar;

<u>tubazioni in acciaio inox per uso anche in impianti idrici per acque potabili:</u>

- materiali: acciaio inossidabile AISI 304 (mat. 1.4301) o AISI 316L (mat. 1.4401) secondo UNI EN ISO 1127 e UNI EN 10088;
- limite di snervamento: 205 N/mm";
- allungamento: min. 40%.

I raccordi di unione tra i vari tubi e quelli dei pezzi speciali, quali le diramazioni e le curve, saranno del tipo a manicotto realizzati in acciaio trattato a caldo acciaio inossidabile con spessore 1.5 o 2 mm, dotati di anello di tenuta (O-ring) in gomma di butile.
Il bloccaggio del raccordo avverrà mediante pressione e deformazione dell'insieme manicotto-tubazione (crimping), tramite una apposita pinza di serraggio.
Per la realizzazione della connessione dovranno essere attentamente seguite le istruzioni della casa costruttrice relativamente al taglio e sbavatura del tubo, per l'infilaggio del manicotto e per il serraggio dello stesso onde evitare, in particolare, il danneggiamento dell'anello di tenuta.
Per quanto riguarda la tubazione sarà possibile effettuare operazioni di piegatura con curvatubi a raggi di curvatura pari a 3-3,5 volte il diametro della tubazione; oltre tale valore dovranno essere impiegate curve precostruite con relativi manicotti di collegamento.
Nei percorsi sotto traccia a pavimento o a parete ove vi sia presenza di umidità i raccordi di unione dovranno essere protetti dalla corrosione con l'applicazione, con adeguata ribordatura, di una fascia anticorrosiva previo trattamento della superficie esterna del raccordo e delle estremità della tubazione ad essa collegata con un primer. Le tubazioni saranno sempre fornite e poste in opera a partire da verghe di lunghezza minima 6 m.
Salvo specifiche indicazioni diverse, le tubazioni di cui si tratta avranno le caratteristiche indicate nella tabella seguente:

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

4.1.5 Tubazioni in rame ricotto/crudo per usi generici

Le tubazioni in rame saranno di tipo trafilato serie pesante secondo UNI EN 1057 con designazione numerica conforme a UNI EN 1412.

In linea generale e salvo specifiche prescrizioni diverse, le tubazioni di diametro esterno fino a 18 mm saranno in rame ricotto (R220) in rotoli, poste in opera possibilmente senza saldatura.
Il collegamento delle tubazioni agli organi finali (valvolame - collettori complanari, o simili) avverrà mediante raccordi filettati a compressione in ottone, con interposizione di un'ogiva in ottone (o altro materiale, purché sia garantita la durata nel tempo della tenuta) all'esterno del tubo e di un'anima di rinforzo all'interno del tubo. Le curve saranno eseguite tutte con piega tubi. Se richiesto, il tubo in rame di diametri fino a 18 mm, sarà fornito già rivestito con guaina aerata in pvc.
Le tubazioni di diametro esterno superiore a 18 mm saranno in rame crudo (R290) in barre, poste in opera con raccorderia a saldare a bicchiere, la saldatura avverrà previa accurata preparazione delle estremità (pulizia e spalmatura di pasta fluidificante-disossidante) con lega a brasare tipo "castolin" Le tubazioni dovranno in ogni caso portare la prescritta marcatura.
Ove richiesto e/o specificato, le tubazioni saranno isolate all'origine con guaina standard in polietilene reticolato estruso ed espanso, oppure elastomero espanso di gomma sintetica nitrilica, a celle chiuse, con rivestimento protettivo antigraffio e con funzione di barriera al vapore, in PVC o polietilene, ripresa per continuità sulle giunzioni e sigillato con apposito nastro autoadesivo fornito dalla stessa casa costruttrice.
Salvo specifiche indicazioni diverse riportate in altri elaborati di progetto, le tubazioni in rame per usi generici (UNI EN 1057) avranno le caratteristiche indicate nella seguente tabella:

TUBI IN RAME PER USI GENERICI UNI EN 1057		
Diam. esterno (mm)	Spessore (mm)	Massa lineica (kg/m)
6	1	0,14
8	1	0,19
1	1	0,25
1	1	0,30
1	1	0,36
1	1	0,39
1	1	0,41
1	1	0,47
2	1,	0,85
2	1,	1,11
3	1,	1,40
4	2	1,69
5	2	2,90
6	2	3,46
76,	2	5,14
88,	2	6,03
108	2,	7,37
13	3	10,90
15	3	13,08
21	3	18,11
26	3	22,14

4.1.6 Tubazioni in PVC per scarichi

Le tubazioni in PVC rigido (non plastificato) saranno secondo UNI 1401-1 (tubaz. interrate classi SN2 oppure SN4) o secondo UNI EN 1329 per scarichi civili ed industriali all'interno dei fabbricati.
La raccorderia dovrà essere tutta conforme secondo le suddette norme fino a quando applicabili, del tipo a bicchiere, da incollare con appositi collanti che realizzino una saldatura chimica fra le parti. L'incollaggio dovrà avvenire seguendo scrupolosamente le istruzioni del fabbricante e ponendo particolare attenzione nell'evitare la formazione di miscele esplosive con i solventi.
Lungo le tratte di tubazioni diritte, sia verticali che orizzontali, ogni 12 metri al massimo saranno installate delle giunzioni a bicchiere con anelli di tenuta O.R., e manicotto esterno avvitato.
Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà per mezzo di tronchi terminali speciali di tubazione in PVC con guarnizioni a lamelle multiple in gomma.
Il collegamento a tubazione in ghisa, con guarnizioni in gomma a lamelle multiple o ad O.R. Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

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

4.1.7 Tubazioni in polietilene per scarichi

Le tubazioni in polietilene ad alta densità per scarichi all'interno di edifici (in struttura o interrate) saranno conformi alla norma UNI EN 1519-1 serie S16 (area di applicazione "B"). Colore nero. Quelle per scarichi interrati all'esterno di edifici saranno conformi alla normativa UNI 7613.
Il materiale impiegato per la costruzione dei tubi sarà resistente agli urti, al gelo, all'acqua calda fino a 100°C, alle aggressioni chimiche e alle acque leggermente radioattive.
La raccorderia e le giunzioni saranno del tipo a saldare; la saldatura potrà essere o del tipo a specchio (eseguita con apposita attrezzatura, seguendo scrupolosamente le prescrizioni del costruttore) o del tipo con manicotto a resistenza elettrica (anche per questo tipo di raccordo saranno seguite scrupolosamente le prescrizioni del costruttore).
Sulle condotte principali od orizzontali potranno essere usate giunzioni a bicchiere, con guarnizioni di tenuta ad O.R. o a lamelle multiple; tali giunti serviranno per consentire le dilatazioni.
Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà con tronchi terminali speciali di tubo in polietilene, con guarnizione a lamelle multiple in gomma.
Il collegamento a tubazioni di ghisa potrà avvenire con giunto a bicchiere sulla tubazione di ghisa, con guarnizione in gomma a lamelle multiple o ad O.R..
Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

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

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

Ove necessario e/o richiesto, verranno utilizzate tubazioni "silenziate", ovvero costituite da un materiale formato da una miscela di polietilene amalgamata con fibre minerali di appesantimento e silenziamento; la raccorderia sarà dello stesso tipo.

4.1.8 Tubazioni in polipropilene autoestinguente per scarichi

Le tubazioni in polipropilene saranno in generale conformi alle Norme UNI EN 1451-1.
Raccorderia e giunzioni, pure conformi alla predetta normativa, saranno del tipo a bicchiere con guarnizione ad anello O.R. in elastomero o a lamelle multiple.
Il collegamento ai singoli apparecchi sanitari avverrà con appositi tronchetti provvisti di guarnizione a lamelle multiple. Le guarnizioni dovranno essere preventivamente cosparse di apposito "scivolante".
Il collegamento a tubazioni di ghisa potrà avvenire con giunto a bicchiere sulla tubazione di ghisa, ancora con guarnizione tipo O-R a lamelle multiple. Per questo tipo di collegamento sarà ammessa anche l'adozione di una delle seguenti soluzioni:

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

Per i collegamenti che debbano essere facilmente smontati (sifoni, tratti d'ispezione etc.) si useranno giunti con tenuta ad anello O-R e manicotto esterno avvitato.
Ove necessario e/o richiesto, verranno utilizzate tubazioni "silenziate", ovvero multistrato, costituite da uno strato interno in polipropilene, uno strato intermedio in materiale viscoelastico e uno strato interno in polipropilene rinforzato; la raccorderia sarà dello stesso tipo.

4.1.9 Tubazioni in polipropilene copolimero rigide per impianti idrotermosanitari

Le tubazioni saranno realizzate in polipropilene copolimero rigido (PP-R80), secondo norme DIN 8077/78, con pressione nominale non inferiore a PN 20 (20 bar a 20°C; 8 bar a 80°C), di tipo assolutamente atossico.
Il tubo dovrà essere adatto anche al trasporto di acqua potabile per usi alimentari. Dovrà poter essere piegato al piegatubi senza schiacciarsi nè danneggiarsi, rispettando un raggio di curvatura che non sia inferiore a otto volte il diametro del tubo.
La raccorderia sarà tutta esclusivamente di tipo a saldare elettricamente per polifusione, costruita nello stesso materiale delle tubazioni. Per collegamenti che debbano essere smontabili o per collegamenti a tubazioni filettabili, si useranno raccordi con filettatura in ottone, integrata nel raccordo stesso. La saldatura fra tubazioni potrà essere eseguita utilizzando anche manicotti elettrici e sarà sempre praticata seguendo accuratamente le istruzioni della casa costruttrice.
I tubi, ove montati a vista, dovranno essere di tipo in barre, perfettamente diritti, installati a perfetta regola d'arte, con curve eseguite tutte possibilmente al piegatubi, seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa costruttrice; realizzando ove richiesto e/o necessario opportuni compensatori di dilatazione, idonei fissaggi o ancoraggi a parete o a soffitto, con punti ri-

gidi per assorbire le spinte idrauliche nei cambi di direzione, nelle riduzioni di diametro e in prossimità di valvole, contatori, ecc..
Il tubo dovrà riportare la prescritta marcatura esterna.

4.1.10 Tubazioni multistrato (pp - al - pp) per impianti idrotermosanitari

Tubazione multistrato, conforme alle norme pr. EN 12.202 parti 1,2,3,5 e DIN 8077/78, adatta ad una pressione di esercizio di 20 bar a 20 °C e 6 bar a 80 °C, difficilmente infiammabile, costituita da tre strati:

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

Il tubo dovrà essere adatto anche al trasporto di acqua potabile per usi alimentari. Dovrà poter essere piegato al piegatubi senza schiacciarsi nè danneggiarsi, rispettando un raggio di curvatura che non sia inferiore a otto volte il diametro del tubo.
La raccorderia sarà tutta esclusivamente di tipo a saldare elettricamente per polifusione, costruita nello stesso materiale delle tubazioni. Per collegamenti che debbano essere smontabili o per collegamenti a tubazioni filettabili, si useranno raccordi con filettatura in ottone, integrata nel raccordo stesso. La saldatura fra tubazioni potrà essere eseguita utilizzando anche manicotti elettrici e sarà sempre praticata seguendo accuratamente le istruzioni della casa costruttrice.
I tubi, ove montati a vista, dovranno essere di tipo in barre, perfettamente diritti, installati a perfetta regola d'arte, con curve eseguite tutte possibilmente al piegatubi, seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa costruttrice; realizzando ove richiesto e/o necessario opportuni compensatori di dilatazione, idonei fissaggi o ancoraggi a parete o a soffitto, con punti rigidi per assorbire le spinte idrauliche nei cambi di direzione, nelle riduzioni di diametro e in prossimità di valvole, contatori, ecc..
Il tubo dovrà riportare la prescritta marcatura esterna.

4.1.11 Tubazioni in polietilene reticolato (pe-x)

Il tubo sarà realizzato in polietilene reticolato ad alto grado di reticolazione conforme alle norme UNI 9338 per i diametri fino a 110 mm e UNI 7611 per i diametri oltre 110 mm, secondo quanto richiesto.
Il grado di reticolazione dovrà essere superiore al 70% ed il materiale dovrà essere opportunamente stabilizzato per resistere all'azione prolungata del calore. Le tubazioni saranno caratterizzate da:

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

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

4.1.12 Tubazioni multistrato (pex - al – pead) per impianti idrotermosanitari

Tubazione multistrato, conforme alle norme UNI EN 10954, adatta ad una pressione di esercizio di 16 bar a 20°C e 10 bar a 90°C, difficilmente infiammabile, costituita da tre strati:

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

Il tubo dovrà essere adatto anche al trasporto di acqua potabile per usi alimentari. Dovrà poter essere piegato al piegatubi senza schiacciarsi nè danneggiarsi.
La raccorderia sarà tutta esclusivamente in ottone e potrà essere:

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

I tubi, ove montati a vista, dovranno essere del tipo in barre, perfettamente diritti, installati a perfetta regola d'arte con curve eseguite tutte possibilmente al piegatubi, seguendo scrupolosamente le indicazioni della casa costruttrice con fissaggi a parete del tipo a clips a doppia mezza luna in plastica robusta.
Solo per installazioni incassate si accetterà il tubo in rotoli, posto sempre in opera a perfetta regola d'arte.
Il tubo dovrà portare la prescritta marcatura esterna.

4.1.13 Saldature di tubazioni, flange e curve - norme particolari

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

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

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione.
Gli elettrodi da usare per l'esecuzione delle saldature elettriche saranno esclusivamente quelli omologati dal RINA (Registro Italiano Navale ed Aeronautico) per l'impiego specifico.
Non è ammessa la rifinitura a scalpello dei margini del cordone di saldatura.
Si intende compreso negli oneri dell'Assuntore quanto segue:

- prelievo, su richiesta del Committente, a mezzo cannello, di campioni di saldatura, in quantità massima del 5%, che saranno controllati dal Committente;

- ripristino del tratto di tubo asportato, con applicazione di elemento di pari curvatura, naturalmente previa bisellatura c.s.d.

Il Committente potrà far eseguire, a sua cura e spese, su qualsiasi campione, il taglio e la spianatura per il controllo radiografico.
In caso di insufficiente penetrazione o eccessivo disallineamento dei lembi, sarà imposto il rifacimento della saldatura previa asportazione, con mola a disco, della saldatura difettosa. Se anche una sola saldatura, compresa nel 5% s.d., risultasse difettosa, dovrà essere eseguito, a totale carico della ditta esecutrice il controllo radiografico di un ulteriore 5% delle saldature eseguite, oltre al rifacimento di quelle difettose.

4.1.14 Supporti, ancoraggi e intelaiature

I supporti devono essere preventivamente studiati da parte della ditta installatrice, ed i relativi disegni costruttivi devono essere sottoposti all'approvazione della Direzione lavori. Non saranno accettate soluzioni improvvisate.
Il dimensionamento dei supporti deve essere effettuato in base a:

- peso delle tubazioni, valvole, raccordi, isolamento ed in genere di tutti i componenti sospesi;
- sollecitazione dovute a sisma, test idrostatici, colpo d'ariete o intervento di valvole di sicurezza;
- sollecitazioni derivanti da dilatazioni termiche.

In ogni caso la ditta esecutrice deve sottoporre a preventivo benestare della Direzione lavori i disegni esecutivi dettaglianti posizione e spinte relative ai punti fissi.
La posizione dei supporti deve essere scelta in base a dimensione dei tubi, configurazione dei percorsi, presenza di carichi concentrati, strutture disponibili per l'ancoraggio, movimenti per dilatazione termica.
I supporti devono essere ancorati alle strutture con uno dei seguenti dispositivi:

- profilati ad omega;
- tasselli di espansione a soffitto;
- mensole alle pareti;
- staffe e supporti apribili a collare.

In ogni caso i supporti devono essere previsti e realizzati in maniera tale da evitare la trasmissione di rumori e vibrazioni dalle tubazioni alle strutture.
Le tubazioni metalliche in acciaio convoglianti fluidi caldi devono avere supporti che consentano i movimenti dovuti alla dilatazione termica. In particolare:

- supporti a pattino per diametri fino a DN 80;
- supporti a rullo per diametri oltre DN 80.

Le tubazioni in acciaio nero ed in acciaio inossidabile in esercizio caldo e coibentate possono essere sostenute da spezzoni di profilati (normalmente a T, dello stesso materiale della tubazione, saldati lungo la generatrice inferiore della tubazione) di appoggio diretto alle mensole o ai rulli di scorrimento , di tipo approvato e scelti in relazione al carico; i profilati dovranno avere altezza maggiore dello spessore dell'isolamento termico.

Per le tubazioni in esercizio caldo l'attraversamento dell'isolamento da parte del supporto a T deve essere realizzato in maniera tale da avere superfici rifinite e da evitare danneggiamenti dell'isolamento per movimenti di dilatazione termica della tubazione.
Gli spezzoni di profilato devono avere lunghezza tale da assicurare un appoggio sicuro sull'eventuale rullo sottostante, sia a caldo che a freddo.
L'attacco del rullo alla mensola porterà due appendici ad angolo che abbracceranno il profilato a T, impedendo spostamenti laterali e ribaltamenti del tubo, ove tali spostamenti laterali non contrastino le dilatazioni termiche.
Le tubazioni convoglianti fluidi freddi coibentate devono essere sostenute in maniera da evitare la formazione di condensa e gocciolamenti. Non è ammessa alcuna soluzione di continuità dell'isolamento e si dovranno prevedere gusci semicircolari in lamiera zincata, posti all'esterno della tubazione isolata (vedi tabella D) e sostenuti con profilati a T realizzati in maniera analoga a quanto precedentemente descritto, con le seguenti differenze: l'eventuale rullo di scorrimento rispetto al supporto sarà in PTFE e il profilato a T non sarà saldato al tubo, ma al semiguscio (sella) che, con un altro semiguscio abbraccerà il tubo già isolato (fissaggio con bulloni laterali).
Per le tubazioni singole, supporti, staffaggi e mensolame saranno preferibilmente in acciaio zincato, del tipo modulare, componibile, prefabbricato con collari regolabili del tipo a cerniera con vite di tensione o altri tipi di supporti, sempre previa approvazione della D.L.: fra collare e tubo sarà interposto una strato di materiale isolante, sia per consentire piccoli movimenti reciproci dei due elementi, che per evitare trasmissioni di vibrazioni, che infine (per tubi convoglianti fluidi freddi) per evitare sul collare formazione di condensa e/o gocciolamenti.
Per i supporti, non rappresentati in dettaglio nei disegni di progetto e per i punti fissi, la ditta esecutrice dovrà redigere i disegni particolareggiati che, prima dell'esecuzione, dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L.
I disegni della ditta esecutrice dovranno comprendere anche il sistema di ancoraggio alle strutture.
In ogni caso i supporti dovranno essere realizzati in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, nonché per sopportarne il peso previsto; particolare cura dovrà essere posta nei supporti delle tubazioni d'acqua fredda e refrigerata, onde evitare condensa e gocciolamenti.
Essi saranno posti con una spaziatura non superiore a quella indicata nella tabella B, si dovrà inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm, da ogni cambio di direzione, se non espressamente indicato nei disegni o in altra sezione del presente capitolato.
Per il fissaggio di più tubazioni parallele saranno posti profilati in ferro a U di adeguata sezione, eventualmente provvisti di supporti laterali, qualora le tubazioni siano poste su un piano verticale.
In nessun caso saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene.

Gli ancoraggi dei tubi ai supporti e dei supporti alle strutture saranno eseguiti nella maniera più adatta a far fronte a tutte le spinte ed i carichi cui sono soggetti.
Tutto il mensolame dovrà essere fissato alle strutture dell'edificio a mezzo di sistemi facilmente smontabili; gli staffaggi alle strutture in legno o in metallo saranno fissati con incravattature

imbullonate; quelli alle strutture in murature mediante viti e tasselli ad espansione, o sistemi equivalenti, che dovranno comunque ricevere la preventiva approvazione della D.L. e/o S.A.
Nessun ancoraggio sarà ammesso in posizione tale da poter provocare danni al fabbricato.

Tutte le parti di supporti e staffaggi in ferro nero saranno verniciate con due mani di antiruggine di tinta diversa.
Il costo dei supporti ed ancoraggi delle tubazioni se non esplicitato dovrà essere compreso nel prezzo unitario del tubo in opera.
Dovranno essere rispettate le prescrizioni riassunte nelle tabelle seguenti:
Nella tabella A è indicata la velocità massima consigliata all'interno delle tubazioni e presa in considerazione nel dimensionamento delle tubazioni negli elaborati progettuali.
Nella tabella B e' indicata la distanza massima ammessa tra i supporti.
Nella tabella C sono riportate le dimensioni minime delle barre filettate di sostegno.
Nella tabella D sono riportate le dimensioni minime dei gusci.

TAB. A
PRESCRIZIONI RIGUARDANTI LA VELOCITA`MASSIMA ALL'INTERNO DELLE TUBAZIONI

Diametro nominale della tubazione (DN)	**Velocita` massima consentita (m/s)**	
	circuiti chiusi	**circuiti aperti**
fino a DN 20	0.50	1.0
fino a DN 40	0.8	1.1
fino a DN 65	1.25	1.6
fino a DN 80	1.8	2.5
fino a DN 200	2.0	3.0
fino a DN 250	2.2	3.0
fino a DN 300	2.4	3.0
fino a DN 350	2.5	3.0
superiore a DN 350	2.6	3.0

TAB. B
DISTANZA MASSIMA AMMISSIBILE TRA I SUPPORTI

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

TAB. C
DIMENSIONI DEI TIRANTI FILETTATI

Diametro nominale della tubazione	Diametro barra filettata (mm)
da DN 125 a DN 200	16
da DN 250 a DN 300	20
da DN 350 a DN 400	24
DN 450	30

TAB. D
DIMENSIONI MINIME DEI GUSCI DI SOSTEGNO PER TUBAZIONI

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

4.1.15 Giunti di dilatazione e antivibranti

Nelle distribuzioni e nel collegamento dei tubi metallici ai supporti ed ancoraggi si dovrà tenere conto delle dilatazioni e contrazioni delle tubazioni. Ove possibile, tali movimenti saranno assorbiti dalle curve e dal tracciato dei tubi, ed i supporti dovranno essere previsti in tal senso; sempre che non si vengano a creare spinte eccessive non compatibili con le strutture portanti o con le apparecchiature collegate. Ove necessario, saranno installati dei compensatori di dilatazione lineare, di tipo assiale o angolari, secondo le specifiche del progetto, plurilamellari in acciaio inox AISI 304, con estremità a saldare o flangiate per tubazioni in acciaio nero o inox e filettate o flangiate per tubazioni zincate (per i giunti a flangia la bulloneria dovrà essere esclusivamente in acciaio zincato).
Per il calcolo dell'allungamento delle tubazioni in acciaio, si dovrà considerare un valore di 0.012 mm per metro lineare e per grado centigrado di differenza fra temperatura del fluido e temperatura ambientale al momento dell'installazione. Per tubazioni di acqua calda è da considerare la massima temperatura (di mandata) anche per le tubazioni di ritorno.
Per tubazioni di acqua fredda e refrigerata, se richiesto, potranno essere usati compensatori in neoprene.
La pressione nominale dei compensatori non sarà mai inferiore a PN 10, e sarà comunque adeguata alle condizioni di temperatura e pressione del fluido. Per l'installazione saranno previsti opportuni punti fissi, guide e rulli di scorrimento delle tubazioni, il tutto compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.
In corrispondenza dei giunti strutturali dell'edificio, saranno utilizzati giunti flessibili, in acciaio o gomma con pressione nominale (PN) adeguata, da installare in corrispondenza dei giunti

strutturali dell'edificio; per gli edifici posti in zone sismiche le tubazioni dovranno essere inoltre dotate di supporti elastici alle strutture e di giunzioni flessibili adeguati, in modo da consentire i movimenti delle strutture edili senza che ciò causi deformazioni permanenti agli impianti.
Tali prescrizioni assumono particolare valenza per le reti idriche antincendio e per quelle convoglianti gas, nel rispetto delle vigenti normative in materia.
I vari tipi di giunti e la posizione degli stessi dovranno essere sottoposti a preventiva approvazione della D.L.
Tutte le tubazioni e i condotti collegati a macchine con elementi in movimento, e quindi sorgenti di vibrazioni, saranno corredati di giunti antivibranti in adeguata gomma sintetica.

4.1.16 Installazione delle condotte – attraversamento di strutture

I diametri, i raccordi, le pendenze delle tubazioni in genere devono essere tali da garantire il libero deflusso dei fluidi in esse contenuti, senza dare luogo ad ostruzioni o comunque a depositi che possano, col tempo, comprometterne la funzione.
Nei punti alti delle distribuzioni a circuito chiuso saranno previsti sistemi di sfogo aria, costruiti da barilotti e da valvoline di sfiato e nei punti bassi di tutti i circuiti un sistema di scarico dell'acqua (con imbutino di raccolta acqua, il tutto con collegamento alla fognatura).
Quando le tubazioni passano attraverso i muri o pavimenti, saranno protette da manicotti in ferro nero dello spessore di 2 mm fino alle superfici esterne, per permettere la dilatazione e l'assestamento, oppure con fasciatura di 5 cm di lana minerale e guaina di protezione, per evitare rotture ai muri in conseguenza delle dilatazioni.
Gli spazi liberi attorno alle tubazioni attraversanti compartimenti antincendio dovranno essere chiusi con materiali tagliafuoco aventi resistenza al fuoco REI certificata pari a quella della struttura edile attraversata. Tali materiali tagliafuoco e la loro posa in opera si intende compresa nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.
Per le tubazioni in materia plastica (polietilene, polipropilene o PVC) per fluidi in pressione o per scarichi, negli attraversamenti di strutture "tagliafuoco" verranno usati collari con funzione tagliafuoco, contenenti materiali espandenti che, in presenza di alta temperatura, si espandono e, sfruttando il rammollimento termico della tubazione, ne schiaccino le pareti formando un vero e proprio tappo antifuoco. Tali collari dovranno essere omologati - certificati REI 120 oppure 180, secondo quanto richiesto e/o necessario. I collari dovranno essere fissati alla struttura muraria con tasselli a pressione. I tubi saranno posti in opera senza svergolarli o sformarli e saranno a dovuta distanza dalle finestre, porte ed altre aperture.
Non sono permessi tagli eccessivi ed indebolimenti delle strutture onde facilitarne la posa in opera dei tubi.
Tutte le sbavature saranno eliminate dai tubi prima della posa in opera; dovrà anche essere effettuata accurata soffiatura in modo da eliminare all'interno qualsiasi ostruzione o deposito.
Sarà permessa la piegatura dei tubi a freddo fino a 40 mm, di diametro purché si usi un piegatubi idraulico o meccanico.
I tubi piegati che presentano pieghe, rughe ed altre deformazioni non saranno accettati.

Le estremità delle tubazioni saranno ben chiuse o tappate subito dopo la messa in opera onde evitare che la sporcizia od altre sostanze estranee penetrino nell'impianto. Lo stesso dicasi per aperture delle apparecchiature.
Tutti gli attraversamenti di pareti e pavimenti devono avvenire in manicotti in acciaio zincato, forniti dalla ditta: essi devono essere installati e sigillati nei relativi fori prima della posa delle tubazioni.
Il diametro dei manicotti deve essere di 1 grandezza superiore a quella dei tubi passanti, oppure al loro isolamento. Le estremità devono sporgere dal filo esterno di pareti e solette di almeno 25 mm.
I manicotti passanti attraverso le solette devono essere posati prima nel getto di calcestruzzo ed otturati in modo da impedire eventuali penetrazioni.
Lo spazio libero tra tubo e manicotto deve essere riempito con lana di roccia od altro materiale incombustibile; l'estremità deve essere sigillata con mastice non indurente.
Dovendosi fissare più manicotti, che debbano essere disposti affiancati, si userà un supporto comune, per mantenere lo scarto ed il parallelismo dei manicotti.
Nel caso di attraversamento dei giunti di dilatazione dell'edificio, si dovranno prevedere dei manicotti distinti da un lato e dall'altro del giunto, o comunque dei giunti flessibili con gioco sufficiente a compensare i movimenti relativi.
Le tubazioni saranno infine dotate di fascette colorate per l'individuazione dei fluidi (da applicare sopra il coibente, ove previsto) e frecce indicatrici di flusso. Il tutto sarà compreso nel prezzo unitario in opera delle tubazioni.

4.1.17 Protezioni delle tubazioni

Tutte le tubazioni nere (ad eccezione di quelle preisolate), le carpenterie ed in genere i manufatti in ferro nero saranno protetti da due mani di vernice antiruggine di diverso colore (grigio e rosso). Per le tubazioni nere potrà, in alternativa, essere usato un trattamento protettivo a base di resine epossidiche, come descritto nel paragrafo riguardante le "Tubazioni in acciaio nero trafilate".
I materiali da verniciare saranno preventivamente spazzolati fino ad eliminare ogni traccia di ossidazione superficiale e sgrassati.
Tutte le apparecchiature verniciate, i manufatti le tubazioni, etc, la cui verniciatura sia stata intaccata prima della consegna dell'impianto, dovranno essere ritoccate o rifatte, con vernice c.s.d.
Il costo della verniciatura antiruggine delle tubazioni e delle carpenterie e manufatti sarà compreso nel costo unitario della tubazione ed apparecchiature in opera.
Durante l'esecuzione dei lavori l'interno delle tubazioni dovrà essere protetto contro l'ingresso di polvere o corpi estranei usando tappi provvisori, fasciature o provvedimenti similari.

4.1.18 Prova delle condutture

Tutte le tubazioni, al termine del montaggio, e prima del completamento dei rivestimenti coibenti, devono essere sottoposte a prova di pressione idraulica. Tranne casi speciali per cui si

rimanda alle prescrizioni UNI vigenti, per pressioni d'esercizio inferiori a 10 bar la pressione di prova deve essere 1,5 volte la pressione stessa d'esercizio.
Per pressioni maggiori la prova idraulica deve essere eseguita ad una pressione superiore di 5 bar rispetto a quella d'esercizio.
Il sistema deve essere mantenuto in pressione per 12 ore; durante tale periodo deve essere eseguita una ricognizione allo scopo di identificare eventuali perdite.
La prova si considera superata se il manometro di controllo non rivela cadute di pressione per tutto il tempo stabilito.
Dopo la prova idraulica e prima della messa in esercizio degli impianti, le tubazioni devono essere accuratamente lavate; il lavaggio deve essere effettuato scaricando acqua dagli opportuni drenaggi sino a che essa non esca pulita, dopo di che le tubazioni dovranno essere soffiate allo scopo di eliminare corpi estranei, etc.
Il riempimento dell'impianto deve essere effettuato immediatamente dopo le operazioni di lavaggio.

4.2 Condizioni esecutive per la limitazione dei fenomeni di vibrazioni e della rumorosità provocata dagli impianti

Gli impianti devono essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili e, comunque, superiori a quelli prescritti.
In linea generale, pertanto, si deve operare come segue:

1. le apparecchiature devono essere dotate di adeguato isolamento acustico per bassa frequenza; l'installatore deve dettagliare le caratteristiche acustiche relative;
2. le pompe di circolazione devono essere correttamente installate. Gli organi, il valvolame, i filtri a "Y", i giunti antivibranti, le valvole di non ritorno e le riduzioni eccentriche o concentriche delle tubazioni in prossimità delle bocche di aspirazione e di mandata dovranno rispettare i requisiti tecnici e dimensionali previsti a progetto.
3. quando prescritto o comunque necessario, saranno installati silenziatori o altri dispositivi su canali;
4. gli attraversamenti di solette e pareti devono essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, prevedendo ad esempio guaine adeguate di disaccoppiamento oppure anelli in gomma o neoprene; per evitare di comprimere eccessivamente la gomma i collari di supporto devono essere previsti di due grandezze superiori al diametro delle tubazioni;

Le parti in movimento delle macchine devono essere equilibrate staticamente e dinamicamente. Particolare attenzione dovrà essere adottata nella scelta delle apparecchiature installate eventualmente all'esterno allo scopo di contenere la rumorosità, sia verso gli edifici vicini sia verso i sottostanti locali, entro i termini stabiliti dalle normative o decreti precedentemente menzionati.
Tutte le macchine con organi rotanti o comunque fonti di possibili vibrazioni devono essere posate su supporti antivibranti.

La Ditta e` tenuta a fornire e sottoporre alla Direzione lavori, entro i termini contrattuali, i disegni dei basamenti delle apparecchiature di sua fornitura anche se non compresi nella fornitura, ed a fornire tutti gli eventuali dispositivi antivibranti compresi nella fornitura da inserire nelle strutture in muratura.
La Ditta e` altresì tenuta a verificare che i basamenti siano realizzati in accordo con quanto previsto.
In ogni caso nella supportazione elastica di macchinari, deve essere assicurato un tipo di isolamento per cui la frequenza propria di risonanza dell'insieme supportato sia inferiore ad 1/3 delle frequenza minima forzante.
Quando si debba ricorre a basamenti inerziali, questi devono avere una massa in calcestruzzo da 1 a 3 volte il peso del componente supportato.
La scelta del tipo di antivibrante deve essere fatta, oltrechè in relazione alle condizioni di carico, considerando la temperatura di esercizio e la presenza di sostanze aggressive.
Isolatori in gomma o neoprene sono da applicarsi per deflessioni fino a 12 mm. Per deflessioni statiche più elevate si dovrà ricorrere a molle. Le molle non guidate elicoidali soggette a compressione devono avere diametri di spira abbastanza ampi per non piegarsi lateralmente sotto carico. (Nel caso in cui gli ingombri non permettano ampi diametri si farà ricorso a guide stabilizzatrici).
Le apparecchiature quali pompe, ventilatori e gruppi frigoriferi devono essere sempre corredate di giunti elastici al fine di evitare le trasmissioni di vibrazioni ai canali ed alle tubazioni.
I canali e le tubazioni devono essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue, provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

4.3 Condizioni esecutive per l'installazione di isolamenti termici e delle relative finiture

4.3.1 Generalità

Tutti gli isolamenti relativi a fluidi caldi dovranno essere realizzati in conformità delle vigenti normative sul contenimento dei consumi energetici (D.P.R. 412/93).
Qualora la conduttività termica dei materiali impiegati sia diversa da quella necessaria per gli spessori di Legge, sarà onere e cura della ditta esecutrice adeguare gli spessori a proprie spese, senza aumento di prezzo alcuno.
Gli spessori si intenderanno e saranno sempre misurati in opera.
Le conduttività termiche dovranno essere documentate da certificati di Istituti autorizzati, e valutate (salvo specifiche indicazioni diverse) a 50°C.
Tutti i materiali ed i manufatti isolanti dovranno essere ininfiammabili (Classe Zero) od equivalente classe riferita agli euro codici attualmente in vigore, o, al più, essere omologati su tutta la gamma con reazione al fuoco di classe 1 (documentata): non saranno ammessi materiali o manufatti con classe superiore ad 1. Lo stesso dicasi per le relative finiture esterne. Dovrà essere fornita la certificazione di conformità del materiale impiegato ai campioni omologati.

Tutti gli isolamenti dovranno essere eseguiti in conformità alla norma UNI 10376, a perfetta regola d'arte, senza lasciare scoperta alcuna parte di superfici calde o fredde. Particolare cura dovrà essere posta nell'isolamento di superfici fredde, che dovrà garantire la massima tenuta alla migrazione di vapore ed impedire nel modo più assoluto la formazione di condensazione sia sulla superficie del componente isolato che sulla superficie dell'isolamento che infine al suo interno. Non saranno accettati sistemi di ancoraggio-supporto di tubazioni e/o isolamenti che possono consentire formazione di condensa e/o gocciolamenti. Sarà in ogni caso rifiutato l'impiego di lana di vetro o di roccia per l'isolamento di tubazioni o altri componenti convoglianti acqua fredda o refrigerata.
La ditta è tenuta, su semplice richiesta della D.L., ad eseguire campionature dei tipi e sistemi di isolamento: nessun compenso particolare o supplementare è dovuto al riguardo alla ditta, mentre invece la Direzione Lavori potrà rifiutare i campioni che non risultino (per qualsiasi motivo) conformi al contratto, o non eseguiti secondo le regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato.
La Direzione Lavori potrà rifiutare quegli isolamenti che, pur se già eseguiti, non risultino conformi ai campioni approvati, o che, comunque (anche se conformi a campioni approvati), non siano eseguiti secondo contratto o secondo le buone regole dell'arte o non diano garanzia di ottimo risultato. La ditta è obbligata, in tal caso, alla demolizione degli isolamenti rifiutati ed al loro completo rifacimento nel modo corretto, il tutto a sua cura e spese, senza alcun onere per la Committente.
E` obbligo della ditta proteggere da danneggiamenti di qualsiasi tipo gli isolamenti già posti in opera (ad esempio per tubazioni a pavimento) in quanto non saranno accettati rappezzi o simili. Quindi la ditta dovrà adottare tutti gli accorgimenti del caso (protezioni con teli di nylon, oppure con tavolati provvisori, o con malta a seconda dei casi).

4.3.2 Isolamento di tubazioni

Per le tubazioni, a seconda di quanto richiesto e/o necessario, in funzione anche del tipo di fluido convogliato, della sua temperatura e degli ambienti attraversati, si useranno i seguenti tipi di isolamento:

A. coppelle semirigide di lana di vetro (classe 0-1) apprettata con resine termoindurenti, con temperatura limite di esercizio 400°C, densità non inferiore a 60 kg/mc e conduttività termica non superiore a 0,04 W/mK a 40 °C, poste in opera opportunamente legate con filo di ferro e/o rete zincata e rivestite con carta KRAFT sigillate con nastro adesivo ai giunti longitudinali. Sono ammesse anche coppelle già rivestite all'origine con carta KRAFT (in questo caso senza legatura). E' ammesso che per alcune parti di tubazioni non rettilinee (quali curve, Te, valvole, dilatatori o simili) le coppelle vengano integrate o parzialmente sostituite da materassino, nello stesso materiale e dello stesso spessore, posto in opera con le stesse modalità;
B. guaina (lastra per i diametri più elevati) di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) espansa, a celle chiuse e con pellicola superficiale impermeabile, autoestinguente (classe1) adatta a temperature di esercizio comprese fra -50°C e +100°C, con conduttività termica non superiore a 0,045 W/mK a 40°C. Il fattore di resistenza alla diffusione del vapore dovrà essere superiore a 4000 (da documentare). Il prodotto non dovrà contenere CFC,

HCFC, PVC o alogeni (cloro, fluoro, bromo). Il materiale sarà posto in opera incollato al tubo alle testate (per una lunghezza di almeno 50 mm) incollato lungo le giunzioni e sigillato lungo queste ultime con nastro adesivo (spessore circa 3 mm) in neoprene oppure costituito da impasto di prodotti catramosi e sughero, posto in opera senza stiramenti e previa accurata pulitura delle superfici. Non è ammesso l'uso di nastro adesivo normale (in carta, tela o PVC). Sia il collante che il nastro dovranno essere della stessa casa produttrice dell'isolante. Non saranno accettati isolamenti nei quali il nastro di sigillatura tenda a sollevarsi o staccarsi. Se necessario, per raggiungere gli spessori richiesti, l'isolamento sarà in doppio strato, a giunti sfalsati;

C. guaina (lastra per i diametri più elevati) di schiuma elastomerica (caucciù o neoprene) come descritto al punto precedente, ma finita all'origine dalla stessa casa costruttrice, con una camicia esterna autoavvolgente in polipropilene (o analogo polimero) e alluminio, con bordo adesivizzato di sovrapposizione e giunzione. Le modalità di posa in opera sono le stesse già descritte. I pezzi speciali saranno finiti con pezzi preformati in lamina del materiale sopra descritto; le giunzioni saranno finite con nastro adesivo dello stesso materiale. Il prodotto finale si presenterà in maniera paragonabile ad una finitura "tradizionale" in lamierino di alluminio da 6/10 mm .

D. guaina di polietilene espanso estruso a celle chiuse, con superficie esterna ricoperta da rivestimento protettivo antigraffio in PVC; conduttività termica non superiore a 0,045 W/mK a 40°C; autoestinguente (max classe 1); adatto a temperature di esercizio fra -40°C e + 100°C; fattore di resistenza alla diffusione del vapore superiore a 4000 (da documentare); esente da CFC, HCFC. Sarà usato in genere per tubazioni di piccoli diametri, e verrà posti in opera infilandolo sulla tubazione, incollandolo sulle giunzioni di testa con apposito collante fornito dalla stessa casa costruttrice e sigillandolo infine (previa accurata pulizia) con il proprio nastro adesivo isolante di spessore circa 3 mm, nello stessa materiale.

E. coppelle di polistirene estruso autoestinguente (classe 1), con conduttività termica non superiore a 0,040 W/mK a 40°C e densità non inferiore a 20 kg/mc; adatto a temperature di esercizio comprese fra -50°C e +100 °C. Le coppelle saranno poste in opera incollate lungo le giunzioni con apposito mastice bituminoso o simile e sigillate lungo le giunzioni stesse, all'esterno, mediante spalmatura dello stesso mastice. La barriera al vapore, ove richiesta (d'obbligo per acqua refrigerata o fredda), sarà eseguita con due mani abbondanti di vernice bituminosa (la seconda mano da dare dopo che la prima sia ben asciugata e comunque a distanza non inferiore a 24 ore) e benda mussolona;

F. coppelle di poliuretano espanso autoestinguente (classe1), con conduttività termica non superiore a 0,035 W/mK a 40°C e densità non inferiore a 30-32 kg/mc, adatto a temperature di esercizio fra -50°C e +130°C. Le coppelle saranno poste in opera con le stesse modalità su esposte. Lo stesso dicasi per la barriera al vapore (ove richiesta). Il poliuretano dovrà essere a cellule chiuse, esente da CFC, HCFC,PVC e alogeni.

N.B.: Per le tubazioni convoglianti acqua fredda e refrigerata non è ammesso (se non come isolamento supplementare, sopra uno degli isolamenti tipo B,C,D) l'uso di isolamenti in lana di vetro. In ogni caso, per tubazioni convoglianti acqua fredda e refrigerata, l'isolamento termico non dovrà avere punti di discontinuità e non dovranno formarsi sulle superfici dei tubi, isolamenti o supporti, condensazioni e/o gocciolamenti.

4.3.3 Isolamento di pompe, valvole, dilatatori, filtri

In linea di massima e salvo specifiche indicazioni diverse, lungo tutte le tubazioni isolate (convoglianti tanto fluidi caldi, quanto freddi o refrigerati) saranno coibentati anche il valvolame, compensatori, giunti, filtri ad Y, etc. In particolare per l'acqua refrigerata saranno isolati anche i corpi pompa. Il materiale isolante in linea di massima sarà lo stesso delle tubazioni rispettive. Potranno venire impiegati gusci prestampati, costituiti dallo stesso materiale isolante delle tubazioni. Per l'acqua refrigerata, i gusci dovranno essere accuratamente incollati lungo le giunzioni e (salvo che per i gusci in caucciù o neoprene espanso) trattati con barriera al vapore esterna, eseguita nello stesso modo che per l'isolamento delle tubazioni. Nel caso d'impiego di caucciù o neoprene espanso, l'isolamento del valvolame (o simili) potrà anche essere eseguito con misto dello stesso materiale, autoadesivo, dello spessore di circa 3 mm oppure con costituito da impasto di prodotto bituminoso e graniglia di sughero: in ogni caso il nastro andrà posto in opera dopo aver ben pulito le superfici del componente, senza stirarlo ed avvolgendolo in più strati, fino a raggiungere uno spessore di almeno 15 mm. Non è comunque ammesso per l'isolamento di componenti convoglianti acqua refrigerata, l'impiego di lana di vetro o di roccia.
La finitura esterna dell'isolamento sarà dello stesso tipo di quella delle relative tubazioni, realizzata in modo da poter essere facilmente smontata senza distruggerla (gusci chiusi con clips, nel caso di lamierino di alluminio).
In alternativa e a pari prezzo la D.L. si riserva di accettare o meno (a propria insindacabile giudizio) per l'isolamento di componenti per acqua refrigerata, l'impiego di poliuretano schiumato in loco entro i gusci di alluminio, previa oliatura della superficie interna degli stessi (perché il poliuretano non "attacchi".
In ogni caso l'isolamento (e la relativa finitura) di valvolame, filtri, etc, dovrà essere realizzato ovunque sussistano pericoli di condensa (acqua fredda e/o refrigerata) e nel caso di apparecchiature soggette a pioggia o a gocciolamenti, in modo da essere assolutamente stagno, impermeabile all'acqua ed al vapore, ricorrendo esclusivamente all'uso di sigillanti siliconici o poliuretanici in tutti i punti ove ciò sia necessario.
Si rammenta che l'isolamento termico di compensatori o giunti e la relativa finitura esterna (ove vi sia) dovranno consentire gli spostamenti dei compensatori o giunti stessi.

4.3.4 Isolamento di serbatoi, scambiatori etc.

Si useranno, a seconda di quanto richiesto:

- materassino di lana di vetro ad alta densità (almeno 25 kg/mc) come già descritto in precedenza, di spessore non inferiore a 30 mm e comunque conforme a quanto richiesto e/o necessario, posto in opera a regola d'arte, con cartone ondulato e rete zincata. Questo tipo di isolamento sarà ammesso solo per serbatoi contenenti fluidi "caldi" (non freddi o refrigerati).
- lastra di caucciù sintetico (ovvero neoprene) espanso, come già decritto in precedenza (eventualmente in più strati, fino allo spessore richiesto) posto in opera con le stesse modalità.
- Involucro isolante fornito dal produttore dello scambiatore.

La finitura dell'isolamento sarà dello stesso tipo di quello delle rispettive tubazioni. L'isolamento termico di serbatoi, scambiatori, etc, (completo di rispettiva finitura esterna) s'intende sempre compreso nel prezzo in opera contrattuale.
Nell' isolamento di serbatoi o scambiatori di calore dovranno essere lasciate visibili o comunque individuabili ed agibili le targhe con le caratteristiche tecniche degli apparecchi.

4.3.5 Finitura degli isolamenti

Nelle zone con installazione degli impianti a vista (tubazioni, canalizzazioni, serbatoi, scambiatori, valvolame etc.) è prevista generalmente (salvo specifiche indicazioni diverse la finitura degli isolamenti termici mediante rivestimento in lamierino metallico o guaina semirigida in PVC a seconda di quanto richiesto. Le finiture dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

A. rivestimento esterno in lamierino metallico (di alluminio, oppure acciaio zincato o preverniciato, oppure acciaio inox secondo quanto richiesto) di spessore minimo 0,6 mm, eseguito per le tubazioni e per le canalizzazioni circolari ed i serbatoi, a tratti cilindrici tagliati lungo una generatrice. Il fissaggio lungo la generatrice avverrà , previa ribordatura, sigillatura con silicone o simili e sovrapposizione del giunto, mediante viti autofilettanti in acciaio inox o altro equivalente materiale inattaccabile dagli agenti atmosferici. La giunzione fra i tratti cilindrici avverrà per sola sovrapposizione e ribordatura dei giunti, previa accurata sigillatura con silicone o simile. Per i canali rettangolari la tecnica sarà analoga. I pezzi speciali, quali curve, T, etc. saranno pure in lamierino, eventualmente realizzati a settori. Anche per i serbatoi, scambiatori etc. il lamierino potrà essere a settori, fissati con viti autofilettanti-rivetti (almeno per quanto riguarda i fondi). In ogni caso tutte le giunzioni dovranno essere accuratamente sigillate. In ogni caso particolare una dovrà essere posta nella sigillatura dei giunti nel caso di tubazioni, canalizzazioni o serbatoi posti all'esterno, per evitare infiltrazioni d'acqua. La finitura di organi quali valvolame, dilatatori, giunti, etc. dovrà essere realizzata con gusci smontabili facilmente (clips) senza danneggiarli.
B. rivestimento con guaina di materiale plastico (PVC), sigillato lungo le giunzioni con apposito collante o nastro adesivo fornito dalla stessa casa costruttrice (oppure con il bordo da sovrapporre, già adesivo all'origine). Il materiale dovrà essere omologato in classe 1 di resistenza al fuoco (da documentare).

Tutte le curve, T. etc. dovranno essere rivestite con i pezzi speciali già disponibili in commercio, posti in opera con le stesse modalità . I prezzi racchiudenti dilatatori, giunti, valvolame o simili dovranno essere smontabili facilmente, senza danneggiarli.
Nelle testate saranno usati collarini di alluminio, perfettamente sigillati.
In ogni caso particolare cura dovrà essere posta nella sigillatura dei giunti nel caso di tubazioni, canalizzazioni o serbatoi posti all'esterno, per evitare infiltrazioni d'acqua.

4.4 Condizioni esecutive per l'installazione di valvolame e simili

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

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

4.5 Condizioni esecutive per l'installazione di elettropompe.

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

- ✓ Quando il diametro delle bocche della pompa sia diverso dal quello della valvola di intercettazione o di ritegno (o altro accessorio), dovrà essere interposto un tratto di raccordo di tubazione tronco-conico con angolo di conicità non superiore a 15°. Per le elettropompe flangiate la bulloneria dovrà essere generalmente in acciaio zincato (inox per pompe e/o tubazioni inox).
- ✓ Le elettropompe filettate dovranno essere sempre installate con l'uso di bocchettoni che ne consentano lo smontaggio.
- ✓ Dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate alle pompe gravino con il proprio peso sulle pompe stesse: quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente dalle pompe.
- ✓ Le elettropompe dovranno essere sempre installate in modo da non trasmettere direttamente vibrazioni alle strutture murarie di ancoraggio, potendosi ciò ottenere con l'interposizione di supporti o materiali antivibranti.
- ✓ Quando installate in batteria, le elettropompe dovranno essere ben ordinate ed allineate.

- ✓ In ogni caso il montaggio dovrà essere effettuato in modo da evitare qualsiasi rischio di gocciolamento sulle morsettiere dei motori e/o di altri componenti elettrici.

4.6 Condizioni esecutive per l'installazione di scambiatori acqua/acqua

Gli scambiatori a piastre dovranno essere installati secondo le modalità e con le dotazioni di accessori qui di seguito precisate.

- ✓ Gli scambiatori saranno collocati in opera già montati cercando di evitare lo smontaggio e il rimontaggio degli stessi adottando le vie d'ingresso più comode alle sottostazioni.
- ✓ Per ciascuno scambiatore saranno realizzati supporti metallici e/o basamenti in calcestruzzo.
- ✓ Se gli attacchi sono a saldare, le saldature saranno realizzate evitando il trasferimento eccessivo del calore sullo scambiatore stesso.
- ✓ Le tubazioni di connessione dovranno essere opportunamente flussate e lavate con prodotti non aggressivi.
- ✓ Ciascuno scambiatore sarà valvolato sui 4 attacchi e saranno previsti sui quattro attacchi rubinetti di lavaggio con valvola e tappo.
- ✓ Prima della messa in servizio dovranno essere eliminate eventuali bolle d'aria ed una volta in servizio alla prima accensione saranno testate le temperature di scambio mediante lettura termometri e analisi termografica sui lati del pacco piastre.
- ✓ In regime saranno verificate le pressioni di funzionamento e le perdite dell'attraversamento dell'acqua
- ✓ Dovrà essere accuratamente evitato e non sarà accettato che le tubazioni collegate agli scambiatori gravino con il proprio peso sugli scambiatori stessi: quindi le tubazioni in questione dovranno essere adeguatamente supportate in modo indipendente.
- ✓ Ciascun scambiatore dovrà essere montate in modo che ne risulti agevole l'accesso a tutte le parti per manutenzione.
- ✓ Ciascun scambiatore dovrà avere accessibilità al lato mobile per facile smontaggio delle piastre, eventuale aggiunta di piastre e manutenzione in genere.

4.7 Condizioni esecutive per la realizzazione degli impianti elettrici a servizio degli impianti termomeccanici.

4.8 Generalità

4.8.1 Limiti di fornitura

Per quanto attiene agli impianti elettrici a servizio di quelli termomeccanici si deve ritenere compreso nei limiti di fornitura di questi ultimi e quindi fra gli oneri relativi, quanto indicato di seguito:

- quadri elettrici di protezione, comando e controllo di utenze, apparecchi, macchine ecc. facenti parte degli impianti termo meccanici;
- linee in cavo, o in condotto sbarra, in partenza dai quadri elettrici s.d. destinate ad interconnettere, sia per l'alimentazione elettrica di potenza, sia per i circuiti ausiliari di comando, misura, controllo e segnalazione ecc. tutte le macchine e le apparecchiature degli impianti termomeccanici alimentate dai quadri stessi, compresi anche eventuali sottoquadri, sempre alimentati dai primi;
- tubi, canali e passerelle a protezione e a supporto delle linee in cavo indicate in precedenza;
- collegamenti equipotenziali di tutte le tubazioni e di tutti i canali metallici nel punto di ingresso del rispettivo locale eseguiti con cavo NO7G9-K 1x6 mmq di colore giallo-verde fino alla sbarra di terra del quadro che alimenta le utenze del locale stesso;
- messa a disposizione su ciascun quadro, se non diversamente specificato di almeno un interruttore automatico magnetotermico differenziale bipolare (2x10A - Idn = 0,03A) per l'alimentazione dei circuiti luce e un interruttore automatico magnetotermico differenziale tetrapolare (4x16A – Idn = 0.03A) per l'alimentazione dei circuiti prese FM di servizio;
- sistema di controllo centralizzato degli impianti entro i limiti e le modalità precisate in altra parte del progetto;
- comando di emergenza, solo nel caso sia previsto il sezionamento dei circuiti di alimentazione di un sottoquadro oppure di utenze raggruppate sotto un unico interruttore derivati da uno dei quadri degli impianti termomeccanici;
- sezionamento per manutenzione per ogni apparecchio, macchina (anche se dotati di proprio quadro elettrico), alimentati da linea a 230/400V derivata dai quadri elettrici di competenza degli impianti termotecnici.

E' invece da intendersi escluso quanto segue:

- le linee di alimentazione dei quadri s.d. derivate dagli impianti elettrici generali. Restano però fra gli oneri compresi negli impianti termomeccanici gli allacciamenti delle linee ai propri quadri, le opere da eseguire sui quadri stessi per l'ingresso delle linee e per il raccordo delle tubazioni o delle canalizzazioni protettive;
- la realizzazione degli impianti di FM per quanto riguarda le prese FM di servizio e degli impianti di illuminazione normale e di sicurezza dei locali. Anche in questo caso vale quanto detto al punto precedente per allacciamenti e opere di ingresso nei quadri di cavi e tubi;

- la realizzazione degli impianti speciali eventualmente a servizio dei locali (rivelazione fumo, antintrusione, ecc.).

4.9 Quadri elettrici

4.9.1 Prescrizioni generali

I quadri dovranno essere conformi alle prescrizioni di Legge e rispondenti alle Norme CEI vigenti.
Tutti i quadri dovranno essere dimensionati con il 20% di spazio disponibile per futuri ampliamenti per apparecchi di comando, protezione controllo, per canali di cablaggio e morsettiere ecc..
Tutte le parti in acciaio sia interne che esterne dovranno essere accuratamente verniciate a forno con smalti a base di resine epossidiche previo trattamento protettivo (sgrassatura, fosfatazione e due mani di antiruggine).
Il colore dovrà essere concordato con la D.L.
Le parti non verniciate ed in particolare la bulloneria dovranno essere state sottoposte a trattamenti di protezione superficiali (zincatura o zincocromatura o cadmiatura).
Tutti i materiali isolanti impiegati nell'esecuzione del quadro saranno di tipo incombustibile o non propagante la fiamma.
L'esecuzione dovrà essere conforme alle prescrizioni seguenti:

- i cablaggi degli ausiliari dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili a bassissima emissione di gas tossici e corrosivi (cavo N07G9-K) aventi sezioni non inferiori a 1,5 mmq, dotati di capicorda a compressione isolati, e di collari di identificazione; essi dovranno essere disposti in maniera ordinata e, per quanto possibile, simmetrica, entro canalette in PVC munite di coperchio e ampiamente dimensionate lasciando almeno 20% di spazio disponibile;
- anche i cablaggi riguardanti la regolazione dovranno essere eseguiti con conduttori flessibili c.s.d. (cavo N07G9-K) aventi sezioni non inferiori a 1.5 mmq, dotati di capicorda a compressione isolati e di collari di identificazione;
- tutti i cavi, sia in arrivo, sia in partenza, oltre a quelli dei cablaggi interni dovranno essere attestati mediante capicorda su morsettiere fisse e contrassegnati singolarmente con anelli/collari marcafilo.

Non sono ammessi:

- ✓ morsetti volanti;
- ✓ estremità dei cavi privi di capicorda;
- ✓ teste dei cavi castrate;
- ✓ cavi posati fuori dalle canalette di cablaggio.

Le canalette dovranno essere fissate ai pannelli di fondo o ai profilati di supporto mediante viti autofilettanti, o viti con dado, o rivetti, interponendo in tutti i casi una rondella. Non è ammesso il fissaggio di canalette con colle, mastici o sostanze autoadesive.

I conduttori per il collegamento degli eventuali apparecchi montati sui pannelli di chiusura frontali, dovranno essere raccolti in fasci, protetti con guaina o spirale in plastica, ed avere lunghezza sufficiente ad evitare sollecitazioni di trazione o strappi a pannello completamente aperto.
Tutti i conduttori di neutro e di protezione o di terra dovranno essere chiaramente contraddistinti fra loro e dagli altri conduttori usando le colorazioni previste dalle Norme: bleu chiaro per il neutro e giallo-verde per i conduttori di protezione.
Anche per i conduttori delle fasi si dovranno usare i colori previsti dalle norme: nero, marrone e grigio.
Colori diversi da quelli detti sopra dovranno essere impiegati per i conduttori dei circuiti ausiliari alimentati tramite trasformatore.
In particolare per circuiti ausiliari a tensioni diverse (es. 100 V e 24 V) o alimentati in corrente continua dovranno essere adottati colori che consentano di distinguere i circuiti a tensioni diverse.
Il rosso ed il blu scuro dovranno essere riservati rispettivamente per la polarità positiva e per quella negativa in c.c.. In nessun caso dovrà essere impiegato il giallo.
Le tonalità dei colori dovranno essere scelte in modo da essere facilmente distinguibili fra loro e dovranno essere le stesse per tutto l'impianto.
Per facilitare interventi di manutenzione o variazioni sui circuiti una legenda dei colori dovrà essere applicata all'interno del quadro allorchè dovesse verificarsi la presenza di più di un circuito o tensione ausiliari.
Tutti i conduttori in arrivo e/o partenza dal quadro e di sezione minore o uguale a 16 mmq dovranno essere attestati su morsetti di adeguata sezione di tipo isolato, componibili, montati su guida profilata unificata e numerati o contrassegnati; quelli aventi sezione superiore a 16 mmq saranno provvisti di adatto capicorda a compressione o a morsetto, collegati direttamente agli interruttori ed ancorati all'intelaiatura per non sollecitare gli interruttori stessi.
Tutti i conduttori di terra e di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere collegati singolarmente mediante viti con dado, rosette elastiche e capicorda ad occhiello alla sbarra di terra del quadro.
Dovrà essere assicurata la continuità dei collegamenti per tutte le masse del quadro fra loro e con il circuito di protezione.
Il collegamento di quelle mobili o asportabili dovrà essere eseguito con cavo flessibile (cavo N07G9-K) di colore giallo-verde di sezione non inferiore a 6 mmq munito alle estremità di capicorda a compressione di tipo ad occhiello oppure con treccia di rame stagnato.
Sui pannelli frontali dovranno essere riportate incise con pantografo su targhette in materiale rigido indeformabile, tutte le scritte necessarie ad individuare chiaramente i vari apparecchi di comando, manovra, segnalazione, etc. Le scritte dovranno essere approvate dalla D.L.
Analogamente, all'interno, targhette indicatrici poste in corrispondenza a ciascun apparecchio di manovra protezione e segnalazione (interruttori, fusibili, relè, contattori, selettori, pulsanti, indicatori luminosi, etc.) dovranno consentire la facile individuazione degli apparecchi a pannelli frontali aperti.
Alla consegna degli impianti la ditta dovrà corredare i quadri con una copia aggiornata degli schemi sia dei circuiti principali che di quelli ausiliari.

Su tale copia dovranno comparire tutte e le stesse indicazioni (sigle, marcature, etc.), che sono riportate sulle targhette e sui conduttori del quadro.
Ciascun quadro sarà provvisto di un interruttore generale per ogni linea in arrivo; quindi ciascuna linea si attesterà su un proprio sistema di sbarre.
La corrente nominale di ciascun interruttore d'ingresso sarà adeguata al numero ed alla potenza dei carichi alimentati tenendo conto della loro massima contemporaneità e degli spunti che si verificano sia all'avviamento degli impianti sia durante il loro normale funzionamento e lasciando inoltre il margine di scorta del 20% come s.d..
Per gli interruttori magnetotermici la taratura dovrà essere tale da garantire le selettività delle protezioni. Il potere di interruzione dovrà essere adeguato alle correnti di cortocircuito più gravose possibili, in relazione al punto della rete, cui i quadri risultano collegati.
E' onere della ditta accertare che il potere di interruzione riportato sugli elaborati di progetto risulti adeguato alla corrente di cortocircuito realmente esistente nel punto in cui il quadro viene alimentato. Ed è altresì onere della ditta adottare i provvedimenti necessari per l'adeguamento qualora ciò fosse necessario.
Anche in questo caso ciò non potrà costituire motivo di richieste di maggiori compensi.

Per essere certi che vengano mantenuti la selettività e il coordinamento delle protezioni con gli interruttori a monte, saranno preferibilmente utilizzati interruttori (automatici e non automatici) e altri apparecchi della stessa marca utilizzata per l'esecuzione degli impianti da cui i quadri prendono alimentazione.
La ditta è tenuta ad informarsi preventivamente in merito e ad allegare alle schede tecniche per l'approvazione le tabelle di selettività e di coordinamento prodotte dal costruttore fra gli apparecchi a monte e quelli di sua fornitura. Ciò vale in particolar modo nel caso la marca adottata fosse diversa.
Se non diversamente specificato le suddivisioni interne ottenute con barriere o diaframmi dovranno essere tali da costituire una forma di segregazione almeno pari a 2b (sbarre segregate dalle unità funzionali e terminali per i conduttori separati dalle sbarre).
Gli schemi funzionali dovranno essere presentati dalla ditta esecutrice all'approvazione della DL; essi dovranno essere tali da soddisfare alle esigenze degli impianti per quanto riguarda blocchi, sequenze di inserzione, etc.
Qualora per un quadro sia prevista l'alimentazione di tutte o parte delle utenze da linea privilegiata, esse, dopo la caduta della rete ENEL, dovranno riavviarsi in modo sequenziale (così da evitare picchi di assorbimento) ed in maniera compatibile con le apparecchiature servite.
Lo stesso dovrà avvenire per le utenze non privilegiate al ritorno della rete ENEL.

4.9.2 Quadri elettrici di comando – Controllo - Regolazione

I quadri saranno del tipo sporgente, adatti per installazione all'interno a parete o a pavimento in funzione delle dimensioni, nella posizione indicata sulle piante. Essi saranno rispondenti alle prescrizioni di legge conformi alle norme CEI (in particolare alle norme 17-13/1) e saranno costituiti dai seguenti componenti:

- Un contenitore (o eventualmente più contenitori accostati e collegati fra loro) in vetroresina o in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 1,2 mm, saldata ed accuratamente verni-

ciata a forno internamente ed esternamente con smalti a base di resine epossidiche previo trattamento preventivo antiruggine. Per consentire l'ingresso dei cavi tramite pressacavi, il contenitore sarà dotato, sui lati inferiore e superiore, di aperture chiuse con coperchio fissato con viti o di fori pretranciati. Contenitori di tipo diverso da quanto sopra descritto potranno essere adottati solo se esplicitamente indicato sui disegni o negli altri elaborati di progetto, o se approvati dalla DL.

- Pannelli di fondo oppure intelaiatura per consentire il fissaggio degli apparecchi. Il pannello di fondo sarò in lamiera di acciaio verniciata a forno o zincata e passivata, e dovrà essere regolabile in profondità. L'intelaiatura sarà in lamiera zincata e passivata o in profilato di alluminio anodizzato, ed oltre alla regolazione in profondità dovrà consentire anche di variare in senso verticale la posizione dell'apparecchio.
- Pannelli di chiusura frontali in lamiera di acciaio di spessore minimo 1,5 mm, ribordata e verniciata internamente ed esternamente come descritto per i contenitori. I pannelli saranno modulari, in modo da costituire una chiusura a settori del quadro. Saranno ciechi se destinati a chiudere settori non utilizzati del quadro, o settori contenenti morsettiere o altri apparecchi si cui non sia normalmente necessario agire; oppure dotati di finestrature che consentano di affacciare la parte anteriore degli apparecchi fissati sulle guide o sul pannello di fondo. Le finestrature dovranno essere chiuse con placche copriforo in materiale plastico inserite a scatto. Le dimensioni dei quadri dovranno essere tali da consentire l'installazione di un numero di eventuali apparecchi futuri pari ad almeno il 20% di quelli previsti. Sui pannelli di chiusura potranno essere fissati solo eventuali apparecchi di comando e segnalazione (selettori, commutatori, indicatori luminosi, ecc.) appartenenti a circuiti ausiliari o strumenti di misura; apparecchi per il cui collegamento non siano necessari conduttori di sezione superiore a 1,5 mmq, in questo caso, i pannelli dovranno essere apribili a cerniera su un lato verticale e fissati con viti sull'altro. Con tutti i pannelli inseriti il fronte del quadro dovrà presentare un grado di protezione non inferiore a IP44.
- Porte anteriori in lamiera di acciaio saldata ribordata ed irrigidita e protetta con lo stesso trattamento superficiale sopra descritto corredate di vetro temperato o materiale plastico trasparente autoestinguente. Esse dovranno comunque essere dotate di maniglie e di serrature con chiave di tipo yale e, saranno complete di guarnizioni in gomma antinvecchiante.

Il quadro di protezione del quadro sarà adeguato alle condizioni di installazione e comunque non inferiore a IP44 (IP20 a pannelli di chiusura frontale aperti).
Ogni quadro conterrà, oltre alle centraline di sistema DDC:

- tutti gli apparecchi di comando (selettori a tre posizioni Man-0-Aut) relativi alle utenze collegate;
- le segnalazioni di allarme;
- le apparecchiature ausiliarie necessarie, quali relè e simili;
- il trasformatore a 24 Volt per l'alimentazione dei sistema DDC e delle apparecchiature ausiliarie.

4.9.3 Linee elettriche

Il tipo di cavi da impiegare per la realizzazione dei collegamenti fra i quadri degli impianti termomeccanici e le utenze che questi devono alimentare (compresi eventuali sottoquadri) è indicato negli schemi unifilari dei quadri stessi.
Se non indicato diversamente saranno utilizzati i seguenti tipi di cavi:

- cavo NO7G9-K per i cablaggi interni e per i collegamenti esterni protetti entro tubazioni e canali in PVC;
- cavo FG7OM1 0.6/1 kV negli altri casi e nella posa entro tubi interrati o entro canali metallici o su passerelle metalliche;

I cavi saranno posati entro canali o passerelle sospesi a soffitto o entro tubazioni in PVC rigido serie pesante. Per l'ultima parte dei collegamenti delle macchine e, in particolare dei motori, saranno impiegati tubi flessibili in materiale isolante o metallici con doppia aggraffatura e guaina esterna in PVC.
Cavi appartenenti a sistemi con tensioni diverse saranno posati entro tubi o scomparti dei canali distinti.
Particolare cura dovrà essere posta affinchè, nei punti di ingresso dei cavi negli involucri di quadri, apparecchi, macchine, ecc., non risulti abbassato il quadro di protezione.
I cavi posati entro i tubi protettivi dovranno essere facilmente sfilabili. Per questo si richiede che il rapporto fra diametro del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi non sia inferiore a 1,4. Oltre alle linee di alimentazione delle varie utenze devono essere previste anche le linee di collegamento a organi di controllo quali termostati, pressostati, ecc, le linee di collegamento ad apparecchiature di regolazione quali valvole a solenoide, valvole motorizzate ecc., tutte le linee in arrivo o in partenza da eventuali moduli di regolazione o analoghe.
La posa di questi cavi dovrà avvenire con le stesse modalità, sopra descritte; la loro sezione non dovrà essere inferiore a 1,5 mmq.

4.9.4 Collegamento alla rete di protezione e collegamenti equipotenziali

I quadri, le parti metalliche delle centrali, le tubazioni, i canali metallici e tutte le altre masse dovranno essere collegate alla rete generale di protezione dell'edificio secondo le prescrizioni di Legge e delle Norme CEI.
Ogni conduttura o tubazione o canale metallico, convogliante aria, acqua, gas o altri fluidi, in partenza o in arrivo dalle centrali, dovrà essere collegata alla rete di protezione (sbarra di terra del quadro) il più vicino possibile al punto di ingresso nel locale.
Tubazioni e canali non potranno essere usati come conduttori equipotenziali; il conduttore equipotenziale dovrà cioè essere portato, fino a ciascun tubo e/o canale da collegare.
I collegamenti equipotenziali saranno eseguiti con cavo NO7G9-K con guaina giallo-verde e con sezione di almeno 6 mm2 provvisto alle estremità di capicorda ad occhiello.
Le connessioni ai tubi saranno realizzate utilizzando collari in zama o acciaio zincato oppure fascette stringi tubo in ottone o bronzo nichelato.
I collegamenti ai canali saranno eseguiti con bulloni in acciaio zincato.

4.9.5 Sezionamento per manutenzione

In prossimità di ciascuna macchina (o quadro elettrico di macchina) che richiede un'alimentazione a 230/400V dovrà essere collocato un interruttore non automatico – sezionatore onnipolare per consentire di operare in sicurezza per qualsiasi intervento di manutenzione.
L'apparecchio, per quanto possibile, sarà di tipo rotativo in scatola isolante, avrà grado di protezione non inferiore a IP65 e sarà saldamente fissato a parete o su una robusta intelaiatura metallica di supporto eseguita con profilati di acciaio zincato a fuoco per immersione.
Per quanto riguarda il coordinamento delle protezioni fra i sezionatori e i dispositivi a monte (interruttori automatici o fusibili) dovranno essere presentate le tabelle di coordinamento prodotte dai costruttori.

4.9.6 Comando di emergenza

Deve essere previsto per tutti i locali adibiti a centrale termica, o frigorifera o di trattamento dell'aria e dovrà consentire l'interruzione di tutti i conduttori attivi destinati ad alimentare le utenze elettriche all'interno dei detti locali o relativi a linee elettriche transitanti nei locali.
Il comando dovrà essere tale che l'interruzione dell'alimentazione avvenga con un'unica azione. Come specificato nel capitolo "limiti di fornitura" la predisposizione del comando di emergenza rientra fra gli oneri degli impianti termomeccanici solo quando il comando riguarda le utenze raggruppate sotto un interruttore di un quadro degli impianti termomeccanici, oppure le utenze di un sottoquadro di questi impianti.
Il comando di emergenza sarà eseguito, a seconda dei casi, con le seguenti modalità:

- sottoquadro: con un interruttore non automatico – sezionatore posto sulla linea di alimentazione del sottoquadro, ovvero con un pulsante di sgancio agente sull'interruttore in partenza della linea stessa.
- utenze raggruppate sotto un unico interruttore: con un pulsante di sgancio agente sull'interruttore stesso.
- apparecchi, macchine ecc. in parte alimentati da circuiti normali e in parte da circuiti privilegiati: con un solo pulsante di sgancio agente sugli interruttori che raggruppano i due tipi di utenza.

Gli apparecchi impiegati per realizzare il comando avranno le seguenti caratteristiche:

- contenitore di tipo sporgente, di colore rosso, realizzato in lamiera di acciaio zincato e verniciato oppure in materiale isolante, dotato di portina, incernierata con possibilità di chiusura a chiave e con vetro frangibile antischeggia. Il grado di protezione sarà non inferiore a IP55. Sarà completo di martelletto con catenella e targa con scritta esplicativa concordata con la DL e incisa con pantografo.
- interruttore non automatico di tipo modulare, onnipolare in modo da sezionare tutti i conduttori attivi, montato su guida ad omega unificata;
- pulsante di tipo a fungo di colore rosso su fondo di contrasto.

L'azione del pulsante sarà a sicurezza positiva con sganciatore di minima tensione (da utilizzare però in presenza di sorgente di alimentazione ausiliaria che eviti interventi intempestivi in caso di interruzioni di rete) oppure con comando a lancio di corrente e relè di controllo perma-

nente dello stato del circuito di sgancio in modo da conseguire il grado di sicurezza equivalente previsto dalle norme.
La segnalazione di un'eventuale anomalia sarà riportata in luogo presidiato.

Non è ammesso che l'anomalia venga segnalata con lampada al neon connessa ai morsetti del contatto del pulsante.

4.9.7 Motori elettrici

I motori elettrici, se non indicato diversamente, dovranno essere del tipo con grado di protezione min. IP44 (Norme IEC, 144).
Essi dovranno essere avvolti con materiali isolanti in classe E; dovrà inoltre essere curata la protezione termica dei motori in base alle specifiche condizioni di esercizio.

4.10 Condizioni esecutive per la protezione antisismica degli impianti

4.10.1 Finalità

Gli interventi di protezione antisismica sono finalizzati a mantenere al più alto grado possibile di efficienza l'intero sistema impiantistico, onde garantire agli occupanti un elevato grado di sicurezza durante l'evento sismico e la possibilità di un utilizzo continuativo delle strutture edilizie e dei relativi impianti nei tempi successivi al terremoto.
A tal fine le varie parti costituenti gli impianti dovranno essere ancorate alle strutture portanti dell'edificio tramite appositi dispositivi di fissaggio dimensionati per resistere ad accelerazioni sismiche in direzione orizzontale e verticale agenti simultaneamente.
In fase di progettazione costruttiva si dovrà, sulla scorta delle caratteristiche proprie delle apparecchiature e/o attrezzature selezionate (centrali di trattamento aria, pompe, ventilatori, serbatoi, gruppi frigoriferi, caldaie, torri evaporative, serbatoi contenenti gas liquefatti (ossigeno liquido, azoto liquido e similari), gruppi elettrogeni, etc. dimensionare e riportare i dettagli relativi agli ancoraggi con dimensioni e tipo dei bulloni eventualmente usati in ossequio alla Normativa Vigente. I calcoli di dettaglio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

4.10.2 Generalità

Nelle prescrizioni progettuali inerenti la installazione delle attrezzature impiantistiche saranno adottati, al minimo, i seguenti accorgimenti di carattere generale:

- ancorare l'impianto (componenti, tubazioni, canalizzazioni) alle strutture portanti dell'edificio preservandolo da spostamenti relativi di grande entità durante il terremoto.
- assorbire i movimenti relativi delle varie parti dell'impianto (tubazioni, canalizzazioni ed apparecchiature) causate da deformazioni e/o movimenti strutturali senza rottura delle connessioni.

- adottare apparecchiature con certificazioni antisismiche.
- evitare di montare i componenti degli impianti in modo eccessivamente rigido.
- evitare di attraversare, nei limiti del possibile, i giunti sismici predisposti nella struttura.
- evitare, in modo assoluto, di posizionare componenti, attrezzature e macchinari a cavallo di giunti sismici strutturali.
- usare sospensioni a V lungo i tratti orizzontali delle tubazioni e canalizzazioni collegandosi unicamente ad un solo sistema strutturale.
- adottare per i macchinari particolari basamenti antivibranti.
- cercare, nei limiti del possibile, di collocare le apparecchiature posizionate sulla copertura lontano dal perimetro oltre che ancorarle in modo efficace.
- ove possibile ancorare le attrezzature al solaio di appoggio.

4.10.3 Installazione di apparecchiature

Per le prescrizioni di montaggio di apparecchiature e/o attrezzature dotate di dispositivi per l'isolamento delle vibrazioni, quali ventilatori, motori compressori, etc., si renderanno necessari angolari e/o piastre tali da limitare il movimento e trasferire le forze sismiche direttamente al solaio.
Per apparecchiature senza dispositivi di isolamento delle vibrazioni sarà necessario prevedere appoggi e sostegni di contenitori ed attrezzature devono essere progettati per resistere alle forze sismiche di progetto.
Tutte le apparecchiature ed i contenitori da installare sul pavimento dovranno essere bullonati alla soletta.
Attrezzature caratterizzate da altezze superiori a 2 m dovranno essere adeguatamente contro-ventate ed ancorate a solette e muri strutturali.
Dovranno essere previste controventature lungo tutti i lati per i componenti sospesi. E' fatto divieto di usare tubi filettati come gambe di sostegno di componenti e contenitori.

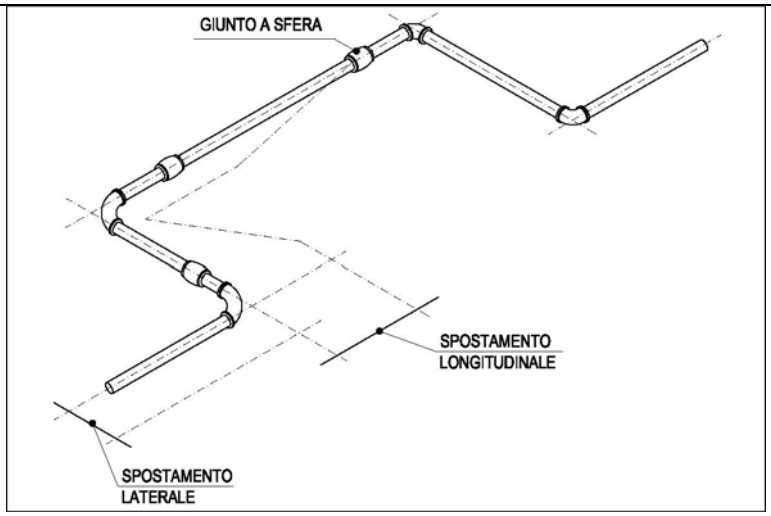
4.10.4 Tubazioni

Per l'installazione delle tubazioni dovrà essere prescritto di attenersi alle seguenti prescrizioni.
Il distanziamento dei supporti dovrà essere effettuato adottando le massime distanze riportate nella seguente tabella:

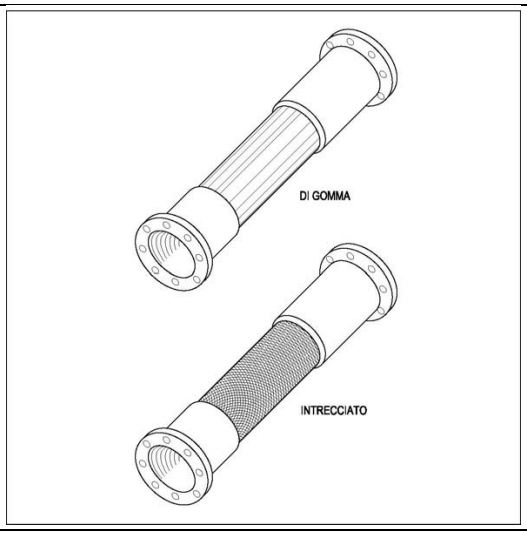
Diametro (mm)	*Massima distanza (m) tra gli* ancoraggi delle tubazioni
10 ÷ 20 (1/2" ÷ ¾")	***1,5***
25 (1")	***2,0***
30 ÷ 46 (11/4" ÷ 11/2")	***2,5***
50 ÷ 65 (2" ÷ 21/2")	***3,0***
80 (3")	***3,5***
100 ÷ 125 (4" ÷ 5")	***4,0***
150 ÷ 175 (6" ÷ 7")	***5,0***
200 ÷ 250 (8" ÷ 10")	***5,5***

300 (12")	***7,0***
400 (16")	***8,0***

I supporti dovranno essere collocati il più vicino possibile ai carichi concentrati (valvole, flange, etc..) nonché sui tratti dritti piuttosto che su gomiti e curve.
Le tubazioni non dovranno essere fissate rigidamente a parti diverse dell'edificio che possano muoversi in modo differente durante il terremoto (ad esempio muro/parete e tetto).
Alle tubazioni sospese dovrà essere lasciata una certa libertà di movimento ed i collegamenti ai terminali (componenti ed attrezzature) dovranno essere realizzati con giunti elastici.
Per eventuali attraversamenti di giunti sismici dovranno essere adottati giunti ad omega e/o tubazioni flessibili (v. particolari D1 e D2).

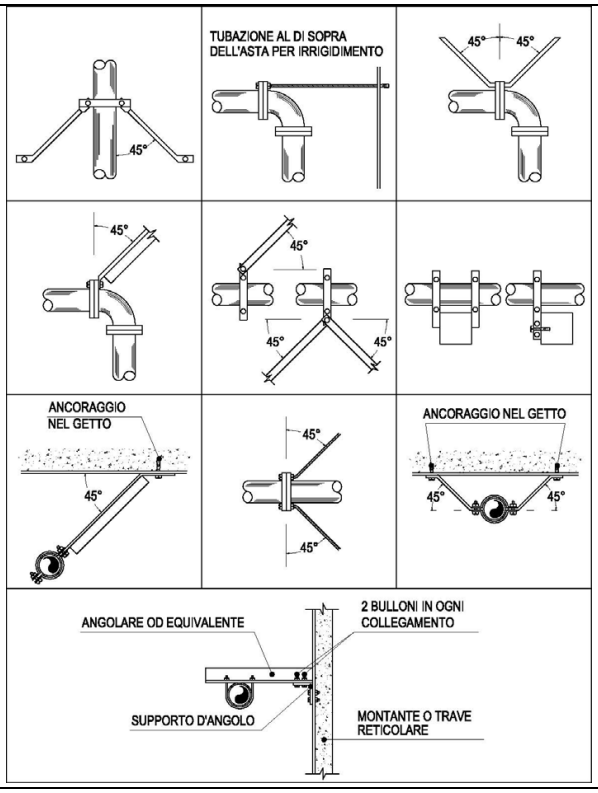


Particolare D1 – soluzione passaggio giunto sismico

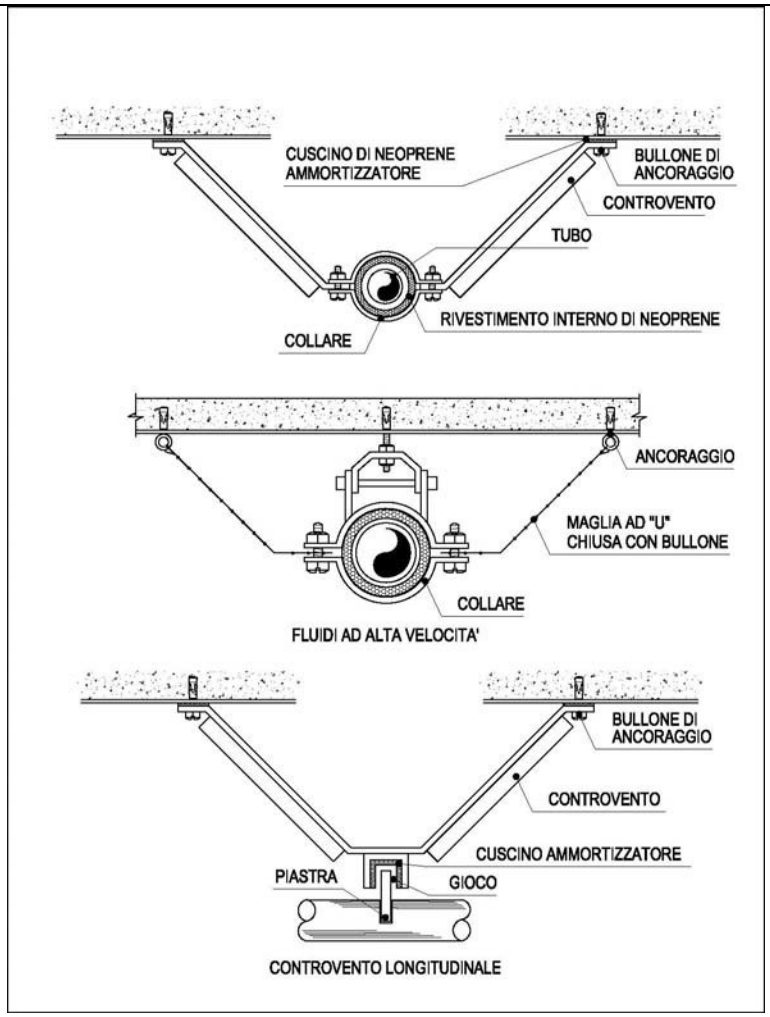


Particolare D2 – tubazioni flessibili e connettori.

Per tutte le tubazioni con diametro maggiore di 65 mm dovranno essere previsti controventi sia longitudinali che trasversali (v. particolari E1 e E2)

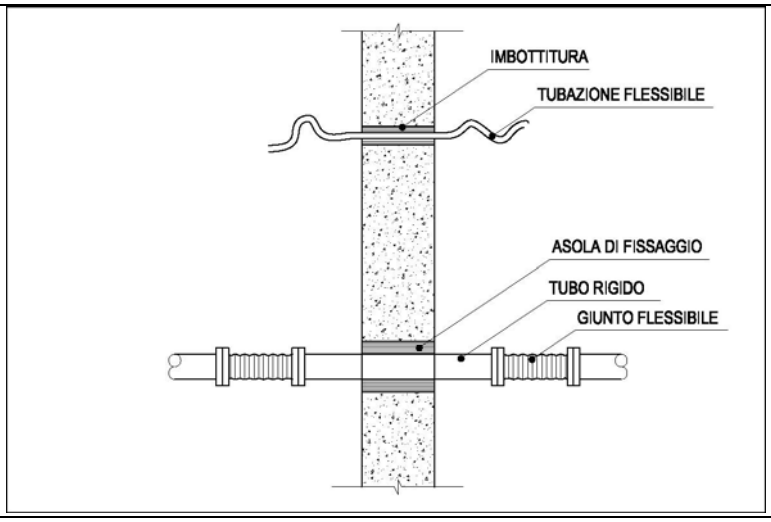


Particolare E1 – controventi per tubazioni.



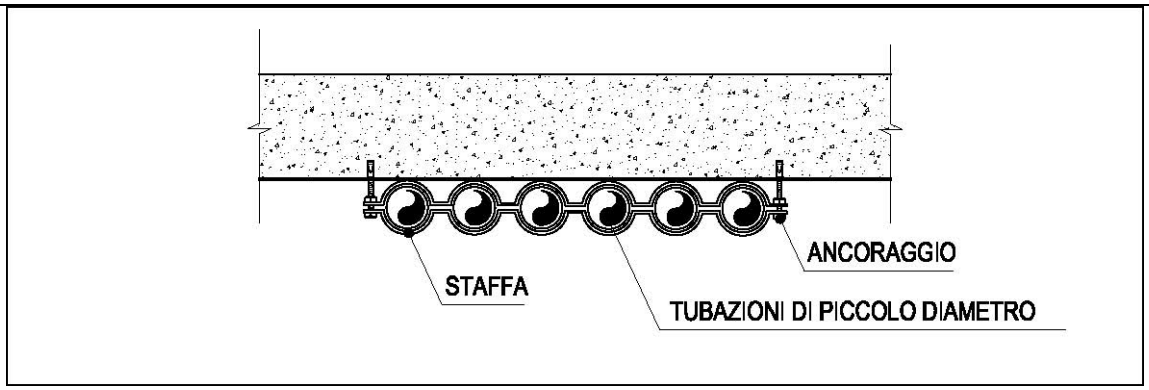
Particolare E2 – controventi per tubazioni sospese con staffe aventi dispositivi antivibrazione.

Per gli attraversamenti di murature e solai dovranno essere previsti manicotti generosi per consentire movimenti differenziali (v. particolare F)



Particolare F – attraversamenti di murature e solai.

Per le tubazioni di piccolo diametro (come ad esempio i gas medicali) dovranno essere previsti staffaggi ed ancoraggi come riportato nel particolare G.

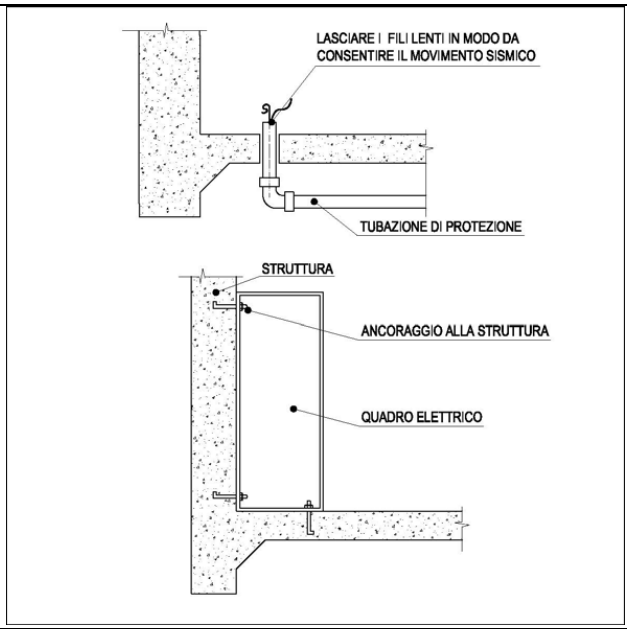


Particolare G – ancoraggio per gruppi di piccole tubazioni (gas medicali).

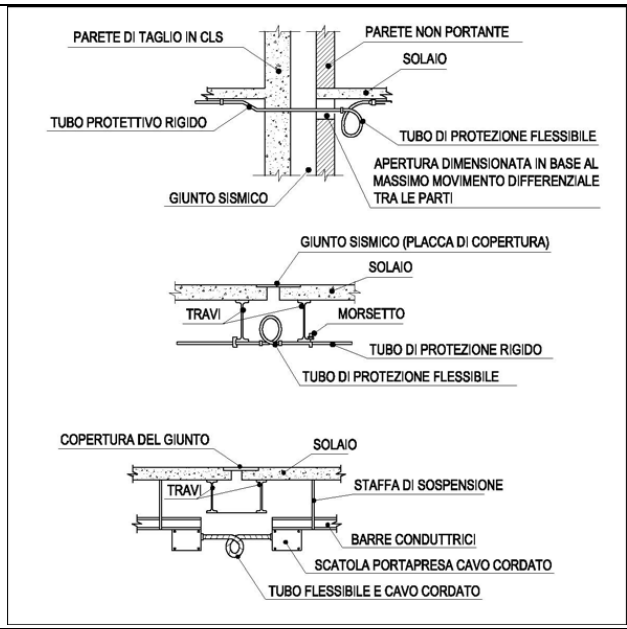
4.10.5 Varie

Per gli impianti elettrici dovranno essere rispettate le seguenti caratteristiche minimali:

- Ancorare all'edificio tutti i quadri di distribuzione ed i pannelli.
- Evitare di attraversare giunti sismici o altrimenti utilizzare le tecniche evidenziate nel particolare L.



Particolare I – installazione del cavo elettrico ed ancoraggio al telaio di un pannello elettrico.



Particolare L – linee elettriche attraversanti giunti sismici.

5 CARATTERISTICHE DEI SISTEMI DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

5.1.1 Linee elettriche di collegamento

Per quanto concerne il collegamento tra gli organi in campo ed i moduli I/O del sistema di controllo, dovranno essere utilizzate in linea di massima le seguenti tipologie di cavo :

- ingressi digitali : cavo bipolare twistato e schermato di sezione minima 2x0.5 mm2 per lunghezze fino a 400 m o 2x1 mm2 per lunghezze superiori;
- ingressi analogici: cavi 2x1,5 mm2, twistati con schermatura totale, per collegare sonde di temperatura NTC o trasmettitori 0(4)..20mA e 0..10Vcc alimentati localmente.
- cavi 3x1,5 mm2, con schermatura totale, per collegare trasmettitori 0..10V cc., alimentati a tensione 24V/50 Hz dal trasformatore posto nella unità periferica.
- uscite digitali : cavo bipolare o tripolare non schermato con sezione minima 1,5 mm2 o maggiore per lunghe distanze, in funzione della caduta di tensione.
- uscite analogiche : cavo tripolare schermato di sezione minima 1,5 mm2 per distanze fino a 100 m e di sezione 2.5 m2 per distanza fino a 170 m. Oltre tale distanza è consigliabile installare un trasformatore in prossimità dell'attuatore.

La tipologia di cavi utilizzata per quanto concerne le caratteristiche di protezione dovrà essere analoga a quella prevista per gli impianti elettrici dell'edificio.

I suddetti cavi dovranno essere posati entro adeguate canaline o tubazioni di protezione che dovranno essere pertanto predisposte qualora non fosse possibile utilizzare quelle esistenti per altri impianti.
Per quanto riguarda il collegamento tra le varie unità di controllo DDC e fra questa e l'eventuale sistema centrale, sarà utilizzato un cavo di trasmissione digitale (Central Bus) bipolare o quadripolare, schermato e twistato da 0,5 mm2 per trasmissione dati.
L'onere per la realizzazione, con i conduttori sopra descritti, del collegamento elettrico delle apparecchiature degli elementi su campo e/o dei quadri elettrici di potenza con i quadri e l'unità centrale del sistema di controllo si intende compensato nei prezzi unitari degli articoli da collegare.