



Provincia di Vicenza



Comune di Roana

## **PROGETTO ESECUTIVO**

**POTENZIAMENTO CENTRALE A BIOMASSE  
E AMPLIAMENTO RETE DI  
TELERISCALDAMENTO PER GLI EDIFICI  
PUBBLICI DELLA FRAZIONE DI CANOVE  
COMUNE DI ROANA(VI)**

# ***CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO parte tecnica***

Roana, febbraio 2016



Ecorisorse Impianti s.r.l.

**Il tecnico**  
**Ing. Simone Micheletto**



Regione Veneto

<b>OGGETTO DELL'APPALTO</b>	<b>9</b>
<b>1 COSTRUZIONE CT PARTE EDILE NORME SUI MATERIALI</b>	<b>10</b>
1.1 MATERIALI IN GENERE	10
1.2 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO	10
1.3 MATERIALI INERTI	11
1.3.1 Per conglomerati cementizi e per malte	11
1.3.2 Detrito di cava o <i>tout venant</i> di cava o di frantoio	11
1.4 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO	12
1.5 ARMATURE PER CALCESTRUZZO	13
1.6 PRODOTTI A BASE DI LEGNO	13
1.7 PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE	13
1.8 PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE	16
1.9 PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)	20
1.10 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE	21
1.11 INFISSI	22
1.12 SCAVI IN GENERE	23
1.13 SCAVI DI SBANCAMENTO	24
1.14 SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA	24
1.15 RILEVATI E RINTERRI	25
1.16 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA	26
1.16.1 Malte per murature	26
1.16.2 Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione	27
1.16.3 Murature portanti: tipologie e caratteristiche tecniche	29
1.16.4 Muratura portante: particolari costruttivi	30
1.17 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO	32
1.17.1 Impasti di conglomerato cementizio	32

1.17.2	Controlli sul conglomerato cementizio	33
1.17.3	Norme di esecuzione per il cemento armato normale	33
<b>1.18</b>	<b>SOLAI</b>	<b>35</b>
1.18.1	Generalità	35
1.18.2	Solai su travi e travetti di legno	35
1.18.3	Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione	35
1.18.4	Solai prefabbricati	36
<b>1.19</b>	<b>STRUTTURE IN ACCIAIO</b>	<b>36</b>
	Generalità	36
1.19.1	Collaudo tecnologico dei materiali	37
1.19.2	Controlli in corso di lavorazione	38
1.19.3	Montaggio	38
1.19.4	Prove di carico e collaudo statico	39
<b>1.20</b>	<b>STRUTTURE IN LEGNO</b>	<b>40</b>
1.20.1	Adesivi	41
1.20.2	Elementi di collegamento meccanici	41
1.20.3	Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione	43
1.20.4	Pilastri e travi	43
1.20.5	Unioni meccaniche	44
1.20.6	Controlli	45
1.20.7	Elenco documenti	45
1.20.8	Controllo della struttura dopo il suo completamento	46
1.20.9	Documenti significativi	46
<b>1.21</b>	<b>ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)</b>	<b>46</b>
	Generalità	46
<b>1.22</b>	<b>ESECUZIONE DI COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)</b>	<b>47</b>
	Generalità	47
1.22.1	Tipi di copertura	47

1.22.2	Prescrizioni direttore lavori _____	48
<b>1.23</b>	<b>OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA _____</b>	<b>49</b>
1.23.1	Prescrizioni vetrazioni _____	49
1.23.2	Prescrizioni serramenti _____	51
1.23.3	Prescrizioni direttore lavori _____	52
<b>1.24</b>	<b>ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI _____</b>	<b>52</b>
1.24.1	Prescrizioni pavimentazione _____	53
1.24.2	Prescrizioni direttore lavori _____	57
<b>1.25</b>	<b>PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO _____</b>	<b>58</b>
<b>1.26</b>	<b>COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO _____</b>	<b>59</b>
<b>1.27</b>	<b>DIVERSITÀ DI TERRENI _____</b>	<b>59</b>
<b>1.28</b>	<b>MODIFICAZIONE DELLA UMIDITÀ IN SITO _____</b>	<b>60</b>
<b>1.29</b>	<b>CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE _____</b>	<b>60</b>
<b>1.30</b>	<b>MANTI CON TAPPETI DI PIETRISCHETTO E GRANIGLIA BITUMATI A CALDO _____</b>	<b>63</b>
<b>NORME CONTABILI _____</b>		<b>65</b>
1.31	AVVERTENZE GENERALI _____	65
1.32	NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI _____	66
<b>IMPIANTISTICA ACCESSORIA ALLE OPERE EDILI _____</b>		<b>73</b>
1.33	PREMESSA _____	74
1.34	IMPIANTO DI SCARICO E ALLONTANAMENTO _____	75
1.35	TUBAZIONI _____	75
1.36	ACQUE BIANCHE _____	76
1.37	ACQUE NERE _____	76
1.38	PRESCRIZIONI RIGUARDANTI GLI IMPIANTI DI TERRA _____	78
<b>NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI IMPIANTISTICI _____</b>		<b>82</b>

<b>1.39</b>	<b>IMPIANTI: SCARICO E ALLONTANAMENTO ACQUE</b>	<b>82</b>
<b>1.40</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI</b>	<b>83</b>
<b>1.41</b>	<b>LE OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI</b>	<b>83</b>
<b>2</b>	<b>IMPIANTI DELLA CENTRALE TERMICA</b>	<b>84</b>
<b>2.1</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI</b>	<b>84</b>
<b>2.2</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI</b>	<b>84</b>
<b>2.3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE TECNICA</b>	<b>85</b>
2.3.1	Documentazione post aggiudicazione	85
2.3.2	Documentazione dello stato finale	86
<b>2.4</b>	<b>NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO</b>	<b>88</b>
2.4.1	Leggi e norme	89
2.4.2	Autorità competenti	95
<b>2.5</b>	<b>IMPIANTI TERMOMECCANICI</b>	<b>96</b>
2.5.1	Generalità	96
2.5.2	Spese e oneri a carico dell'Appaltatore	97
<b>2.6</b>	<b>CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO NOMINALI</b>	<b>102</b>
<b>2.7</b>	<b>OGGETTO DELLA FORNITURA</b>	<b>102</b>
2.7.1	Tubazioni e componenti idraulici	102
2.7.2	Isolamento termico	104
2.7.3	Apparecchiature di centrale	105
2.7.4	Impianti a biomassa	106
2.7.5	Impianto di trattamento acqua	112
<b>2.8</b>	<b>VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI</b>	<b>112</b>
<b>2.9</b>	<b>COLLAUDO TECNICO E GARANZIA DEGLI IMPIANTI</b>	<b>113</b>
<b>2.10</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI</b>	<b>114</b>
2.10.1	Scopo	114
2.10.2	Norme e Leggi Di Riferimento	114
2.10.3	Opere elettriche da eseguirsi	116

2.10.4	Qualità e provenienza dei materiali	117
2.10.5	Oneri a carico della ditta	117
2.10.6	Verifiche e prove preliminari	119
2.10.7	Annotazioni	120
2.10.8	Fornitura e distribuzione dell'energia elettrica	121
2.10.9	Condutture	121
2.10.10	Cavi	122
2.10.11	Sistemi di posa	124
2.10.12	Tubo rigido in PVC	126
2.10.13	Tubo rigido in PVC filettabile	127
2.10.14	Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina)	128
2.10.15	Tubo flessibile con spirale in acciaio zincato (guaina)	128
2.10.16	Canale in acciaio zincato di tipo chiuso	129
2.10.17	Cassette di derivazione	129
2.10.18	Cassette di derivazione stagne da esterno in PVC	130
2.10.19	Attraversamento superfici di compartimentazione	131
2.10.20	Quadri e apparecchiature di bassa tensione	133
2.10.21	Apparecchiature in campo	137
2.10.22	Accessori per apparecchi componibili serie civile	137
2.10.23	Punti di comando	138
2.10.24	Punti utilizzatori	139
2.10.25	Altezza di installazione apparecchiature	144
2.10.26	Impianti di illuminazione	145
2.10.27	Impianti elettrici speciali	148
<b>2.11</b>	<b>NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE LAVORAZIONI</b>	<b>149</b>
2.11.1	Impianti termomeccanici	149
2.11.2	Impianti elettrici	151

<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO</b>	<b>153</b>
3.1	TERMINOLOGIA E DEFINIZIONI _____	153
3.2	RETI DI DISTRIBUZIONE _____	153
3.3	PUNTO DI IMMISSIONE DEL CALORE INRETE _____	154
3.3.1	Valvole di sezionamento rete di distribuzione _____	154
3.3.2	Allacci di utenza _____	154
3.3.3	Tubazione di mandata _____	155
3.3.4	Tubazione di ritorno _____	155
3.3.5	Tubazioni per cavi di segnale _____	155
3.3.6	Sistema di rilevazione e ricerca perdite _____	155
3.3.7	Pozzetto di ispezione polifora _____	155
3.3.8	Valvole di radice utente _____	155
3.3.9	Sottocentrali di utenza _____	156
3.4	CRITERI E DATI DI PROGETTO _____	156
3.4.1	Criteri di progetto delle reti di teleriscaldamento _____	156
3.4.2	Dati di progetto delle reti di teleriscaldamento _____	158
3.5	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO _____	161
3.5.1	Norme relative alla sicurezza degli impianti _____	162
3.5.2	Norme relative al risparmio energetico _____	162
3.5.3	Norme relative alla certificazione dei componenti degli impianti _____	163
3.5.4	Norme relative agli impianti e apparecchi in pressione _____	163
3.5.5	Norme tecniche UNI relative a progetto ed esercizio CT, componenti per reti di teleriscaldamento _____	163
3.5.6	Norme tecniche CEI relative ad impianti e quadri elettrici _____	166
3.6	SCAVI _____	167
3.6.1	Generalità _____	167
3.6.2	Scavi a sezione ristretta obbligata per la posa di tubazioni _____	175
3.6.3	Interferenze con i sottoservizi _____	180

3.6.4	Disposizioni particolari per i lavori stradali o su aree verdi - Permessi di scavo	182
<b>3.7</b>	<b>RINTERRI</b>	<b>184</b>
3.7.1	Avvertenze generali	184
3.7.2	Inizio dei lavori di rinterro	184
3.7.3	Materiale di riempimento	185
3.7.4	Modalità di riempimento	186
3.7.5	Accorgimenti nel posizionamento dei giunti	189
3.7.6	Controlli	189
3.7.7	Manutenzione dei rinterri	189
<b>3.8</b>	<b>RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONI</b>	<b>190</b>
3.8.1	Generalità	190
3.8.2	Ripristini provvisori delle carreggiate stradali e dei marciapiedi	191
3.8.3	Ricarica di pavimentazione	192
3.8.4	Ripristini definitivi delle carreggiate stradali	192
3.8.5	Ripristini di pavimentazione particolari e cordoli di marciapiede	193
<b>3.9</b>	<b>RETE DI DISTRIBUZIONE</b>	<b>197</b>
3.9.1	Specifiche tecniche di fornitura	197
3.9.2	Specifiche tecniche di realizzazione e posa	237
3.9.3	Prove e collaudi rete - Accettazione	252
<b>3.10</b>	<b>NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</b>	<b>256</b>
3.10.1	Scavi a sezione ristretta e riempimenti	257
3.10.2	Scarifica di massicciata stradale	258
3.10.3	Ripristini di pavimentazioni	259
3.10.4	Manti d'usura	259
3.10.5	Materiali inerti	259
3.10.6	Chiusini	259
3.10.7	Cavidotti, cavi e tubazioni in PVC	259

3.10.8	Tubazioni preisolate - verghe _____	260
3.10.9	Tubazioni preisolate - pezzi speciali (curve, espansori monouso, TEE, riduzioni) _____	260
3.10.10	Tubazioni nere UNI 8863-S da coibentare in opera _____	260
3.10.11	Valvole, by-pass _____	260
3.10.12	Accessori tubazioni preisolate ( <i>water-stop</i> , materassini, manicotti terminali) _____	261
3.10.13	Opere di assistenza agli impianti _____	261
3.10.14	Mano d'opera _____	261
3.10.15	Noleggi _____	262
3.10.16	Trasporti _____	262
<b>3.11</b>	<b>SOTTOCENTRALI D'UTENZA _____</b>	<b>263</b>
3.11.1	Opere incluse _____	263
3.11.2	Dotazioni di controllo, sicurezza e protezione della sottocentrale ____	264
3.11.3	Caratteristiche tecniche generali delle sottostazioni _____	264
3.11.4	Specifiche tecniche _____	266

## OGGETTO DELL'APPALTO

Nel presente sezione tecnica del capitolato speciale sono previste le seguenti principali forniture e prestazioni da parte dell'Appaltatore:

1. fornitura e posa in opera di manufatto in c.a. atto ad ospitare le macchine e le attrezzature (caldaie, filtro etc.) necessarie per la produzione di acqua calda;
2. fornitura e posa delle macchine e le attrezzature (caldaie, filtri etc.) necessarie per la produzione di acqua calda.
3. fornitura e posa in opera di tubazioni preisolate, pezzi speciali (curve, punti fissi, TEE di derivazione, riduzioni, etc.), al servizio della rete di distribuzione del teleriscaldamento;

Le forniture e le prestazioni saranno effettuate dall'Appaltatore in conformità alle prescrizioni tecniche ed alle condizioni indicate nelle presenti Specifiche Tecniche; dette prescrizioni hanno carattere indicativo e non limitativo in quanto l'Appaltatore si impegna espressamente a fornire gli impianti completamente montati, esercibili e perfettamente funzionanti.

Le presenti Specifiche Tecniche intendono indicare gli standard qualitativi e funzionali minimi dell'opera, che dovrà in ogni caso essere conforme, sotto ogni aspetto progettuale anche di dettaglio, esecutivo e realizzativo, agli standard e norme di buona tecnica correnti anche se non espressamente menzionati, nel rispetto delle leggi vigenti in Italia.

# 1 COSTRUZIONE CT PARTE EDILE NORME SUI MATERIALI

## 1.1 MATERIALI IN GENERE

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di confronti rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

## 1.2 ACQUA, CALCI, CEMENTI ED AGGLOMERATI CEMENTIZI, POZZOLANE, GESSO

**Acqua** L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante.

**Calci** Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 6 maggio 1965, n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici") nonché, ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche").

**Cementi e agglomerati cementizi** I cementi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 6 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche.

Gli agglomerati cementizi dovranno rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 6 maggio 1965, n. 595 e nel D.M. 31 agosto 1972.

A norma di quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'industria del 9 marzo 1988, n. 126 ("Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi"), i cementi di cui all'art. 1, lettera A), della legge 26 maggio 1965, n. 595 (e cioè i cementi

normali e ad alta resistenza portland, pozzolanico e d'altoforno), se utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere certificati presso i laboratori di cui all'art. 6 della legge 26 maggio 1965, n. 595 e all'art. 20 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per i cementi di importazione, la procedura di controllo e di certificazione potrà essere svolta nei luoghi di produzione da analoghi laboratori esteri di analisi.

I cementi e gli agglomerati dovranno essere conservati in magazzini coperti, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

### **1.3 MATERIALI INERTI**

#### **1.3.1 Per conglomerati cementizi e per malte**

Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, etc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti- ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare l'attestazione di conformità.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. attuativo dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

#### **1.3.2 Detrito di cava o *tout venant* di cava o di frantoio**

Quando per gli strati di fondazione sia disposto di impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, non

plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindatura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti; di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 centimetri. Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 centimetri.

#### **1.4 ELEMENTI DI LATERIZIO E CALCESTRUZZO**

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature (elementi in laterizio ed in calcestruzzo) possono essere costituiti di laterizio normale, laterizio alleggerito in pasta, calcestruzzo normale, calcestruzzo alleggerito.

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel D.M. 20 novembre 1987 ("Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento").

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma UNI 8942/2.

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 20 novembre 1987. La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti i risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

E in facoltà del Direttore dei lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

## **1.5 ARMATURE PER CALCESTRUZZO**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e relative circolari esplicative.

È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

## **1.6 PRODOTTI A BASE DI LEGNO**

Si intendono per prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che sono presentati solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, etc.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture, etc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

I segati di legno, a complemento di quanto specificato nel progetto o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 10$  mm;
- tolleranze sullo spessore:  $\pm 2$  mm;
- umidità non maggiore del 15%, misurata secondo la norma UNI 9030;
- difetti visibili ammessi: microfessure longitudinali di larghezza massima 2 mm.

## **1.7 PRODOTTI DI PIETRE NATURALI O RICOSTRUITE**

La terminologia utilizzata ha il significato di seguito riportato, le denominazioni commerciali devono essere riferite a campioni, atlanti, etc.

- Marmo (termine commerciale)

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri ed i cipollini;
  - i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
  - gli alabastri calcarei;
  - le serpentiniti;
  - oficalciti.
- Granito (termine commerciale)

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici e miche);
  - altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, etc.);
  - le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
  - alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.
- Travertino

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

- Pietra (termine commerciale)

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariaticissima, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, etc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, etc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, etc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, etc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI 8458.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, etc. che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
  - o massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 2a;
  - o coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724, parte 2a;
  - o resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 3a;
  - o resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 5a;
  - o resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del RD 16 novembre 1939 n. 2234;
- per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, etc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei lavori.

## 1.8 PRODOTTI PER PAVIMENTAZIONE

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, etc. si intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;
- b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:
  - o qualità I:
    - piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto;
    - imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi;
  - o qualità II:
    - piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
    - imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
    - piccole fenditure;
    - alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;
  - o qualità III:
    - esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica). Alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;

- c) avere contenuto di umidità tra il 10 ed il 15%;
- d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:
  - o listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;
  - o tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
  - o mosaico, quadrotti, etc. 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
  - o le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;
- e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura;
- f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e).

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cotto forte, gres, etc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI EN 87.

- a) A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

	<b>Assorbimento d'acqua, E in %</b>			
Formatura	Gruppo I E ≤ 3%	Gruppo IIa 3% < E ≤ 6%	Gruppo IIb 6% < E < 10%	Gruppo III E > 10%
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188
Estruse (A)	UNI EN 121	UNI EN 186	UNI EN 187	UNI EN 188

*Tabella 1 Classe piastrelle estruse*

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, e, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione dei lavori e fornitore.

- b) Per i prodotti definiti "pianelle comuni di argilla", "pianelle pressate ed arrotate di argilla" e "mattonelle gretificate" dal RD 16 novembre 1939, n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm (0,20 kgm) minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> (25 kg/cm<sup>2</sup>) minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.
- c) Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (vedi norma UNI EN 87), per cui:
- per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
  - per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatatura, etc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti.

Mattonelle di cemento con o senza colorazione e superficie levigata; mattonelle di cemento con o senza colorazione con superficie striata o con impronta; marmette e mattonelle a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I prodotti sopracitati devono rispondere al R.D. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni del progetto. L'accettazione deve avvenire secondo il punto 67.1 avendo il R.D. sopracitato quale riferimento.

Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione

tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento devono rispondere a quanto segue:

- essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;
- la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per 1 singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;
- la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I criteri di accettazione sono quelli riportati nel punto 67.1.

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni. Si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiali lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;

- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, etc., vedere la norma UNI 9379.

- a) I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, etc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite.

In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, etc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte);

- b) le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm;
- c) l'accettazione avverrà secondo il punto 67.1. Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

## **1.9 PRODOTTI PER COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)**

Si definiscono prodotti per le coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all'acqua nei sistemi di copertura e quelli usati per altri strati complementari.

Per la realizzazione delle coperture discontinue nel loro insieme si rinvia all'articolo sull'esecuzione delle coperture discontinue.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

Nel caso di contestazione si intende che le procedure di prelievo dei campioni, i metodi di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.

Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza ed a completamento alle seguenti caratteristiche:

- a) i prodotti completamente supportati; tolleranze dimensioni secondo normativa vigente; resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione;

Le caratteristiche predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;

- b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, etc.) oltre a rispondere alle prescrizioni predette dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.

I criteri di accettazione sono quelli del punto 3.10.1. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme UNI.

La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

## **1.10 PRODOTTI PER IMPERMEABILIZZAZIONE E PER COPERTURE PIANE**

Si intendono prodotti per impermeabilizzazione e per coperture piane quelli che si presentano sotto forma di:

- membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
- prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.

Le membrane si designano descrittivamente in base:

- al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilenediene, etilene vinil acetato, etc.);
- al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, etc.);
- al materiale di finitura della faccia superiore (esempio poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, etc.);
- al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio sottile, etc.).

I prodotti forniti in contenitori si designano descrittivamente come segue:

- mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
- asfalti colati;
- malte asfaltiche;
- prodotti termoplastici;
- soluzioni in solvente di bitume;
- emulsioni acquose di bitume;
- prodotti a base di polimeri organici.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alla posa in opera. Il Direttore dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

## **1.11 INFISSI**

Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il Direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

## **1.12 SCAVI IN GENERE**

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988 e Circ.Min. LL.PP.24 settembre 1988, n.30483, nonché, secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione dei lavori. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltreché, totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere a sue spese affinché, le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della Direzione dei lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate nell'ambito del cantiere previo assenso della Direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

La Direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

### **1.13 SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, etc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.

### **1.14 SCAVI DI FONDAZIONE OD IN TRINCEA**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti.

In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.

Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione, dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità, che si trovano indicate nei disegni, sono perciò di stima preliminare e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze. Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che resta vuoto, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni e sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le altre precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché, non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

### **1.15 RILEVATI E RINTERRI**

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei lavori, si impiegheranno in generale, e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché, i materiali siano riconosciuti idonei dalla Direzione dei lavori.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose. restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché, la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in

vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei lavori.

È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.

E obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché, all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra, e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

## **1.16 OPERE E STRUTTURE DI MURATURA**

### **1.16.1 Malte per murature**

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui ai capitoli Materiali in genere e Acqua, calce, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso.

L'impiego di malte premiscelate e premiscelate pronte è consentito, purché, ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definiti in rapporto alla composizione in volume; malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori di cui al D.M. 20 novembre 1987. n. 103.

### **1.16.2 Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione**

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle volte, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori per:

- ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T; le testate delle travi (di legno, di ferro); le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- il passaggio delle canalizzazioni verticali (tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufe e camini, scarico acqua usata, immondizie, etc.);
- per il passaggio delle condutture elettriche, di telefoni e di illuminazione;
- le imposte delle volte e degli archi;
- gli zoccoli, dispositivi di arresto di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, etc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite. La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le parti di esse.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con i giunti alternati ed in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna: saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessioni.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di otto né minore di 5 mm. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione delle murature dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente collegate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi con paramento a vista (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento i giunti non dovranno avere larghezza maggiore di 5 mm e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilati con malta idraulica o di cemento, diligentemente compressa e lisciata con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e la larghezza dei giunti non dovrà mai eccedere i 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le impostature per le volte, gli archi, etc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione dei lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi (cemento armato, acciaio) delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

Nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra sarà eseguito un opportuno strato (impermeabile drenante, etc.) che impedisca la risalita per capillarità.

### **1.16.3 Murature portanti: tipologie e caratteristiche tecniche**

Si dovrà fare riferimento alle "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura" contenute nel D.M. 20 novembre 1987, n. 103 e relativa circolare di istruzione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei L.L.P.P., n. 30787 del 4 gennaio 1989. In particolare vanno tenute presenti le prescrizioni che seguono:

#### **Muratura costituita da elementi resistenti artificiali**

La muratura è costituita da elementi resistenti aventi generalmente forma parallelepipedica, posti in opera in strati regolari di spessore costante e legati tra di loro tramite malta.

Gli elementi resistenti possono essere di:

- laterizio normale;
- laterizio alleggerito in pasta;
- calcestruzzo normale;
- calcestruzzo alleggerito.

Gli elementi resistenti artificiali possono essere dotati di fori in direzione normale al piano di posa (elementi a foratura verticale) oppure in direzione parallela (elementi a foratura orizzontale).

#### **Muratura costituita da elementi resistenti naturali**

La muratura è costituita da elementi di pietra legati tra di loro tramite malta.

Le pietre, da ricavarsi in genere per abbattimento di rocce, devono essere non friabili o sfaldabili, e resistenti al gelo, nel caso di murature esposte direttamente agli agenti atmosferici.

Non devono contenere in misura sensibile sostanze solubili o residui organici.

Le pietre devono presentarsi monde di cappellaccio e di parti alterate o facilmente removibili: devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato, e buona adesività alle malte.

In particolare gli elementi devono possedere i requisiti minimi di resistenza determinabili secondo le modalità descritte nell'allegato 1 del citato D.M. 20 novembre 1987, n. 103.

L'impiego di elementi provenienti da murature esistenti è subordinato al soddisfacimento dei requisiti sopra elencati ed al ripristino della freschezza delle superfici a mezzo di pulitura e lavaggio delle superfici stesse.

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

- muratura di pietra non squadrata composta con pietrame di cava grossolanamente lavorato, posto in opera in strati pressoché, regolari;
- muratura listata: costituita come la muratura in pietra non squadrata, ma intercalata da fasce di conglomerato semplice o armato oppure da ricorsi orizzontali costituiti da almeno due filari in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore del muro;
- muratura di pietra squadrata: composta con pietre di geometria pressoché, parallelepipedica poste in opera in strati regolari.

#### **1.16.4 Muratura portante: particolari costruttivi**

L'edificio a uno o più piani a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale costituita da singoli sistemi resistenti collegati tra di loro e con le fondazioni e disposti in modo da resistere alle azioni verticali e orizzontali.

A tal fine si deve considerare quanto segue:

##### **Collegamenti**

I tre sistemi di elementi piani sopraddetti devono essere opportunamente collegati tra loro.

Tutti i muri saranno collegati al livello dei solai mediante cordoli e, tra di loro, mediante ammorsamenti lungo le intersezioni verticali.

Inoltre essi saranno collegati da opportuni incatenamenti al livello dei solai. Nella direzione di tessitura dei solai la funzione di collegamento potrà essere espletata dai solai stessi purché, adeguatamente ancorati alla muratura.

Il collegamento tra la fondazione e la struttura in elevazione sarà di norma realizzato mediante cordolo di calcestruzzo armato disposto alla base di tutte le murature verticali resistenti, di spessore pari a quello della muratura di fondazione e di altezza non inferiore alla metà di detto spessore.

### **Cordoli**

In corrispondenza dei solai di piano e di copertura i cordoli si realizzeranno generalmente in cemento armato, di larghezza pari ad almeno 2/3 della muratura sottostante, e comunque non inferiore a 12 cm e di altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro.

Per i primi tre orizzontamenti, a partire dall'alto, l'armatura minima dei cordoli sarà di almeno 6 cm e con diametro non inferiore a 12 mm.

In ogni piano sottostante gli ultimi tre, detta armatura minima sarà aumentata di 2 cm<sup>2</sup> a piano.

La stessa armatura dovrà essere prevista nel cordolo di base interposto tra la fondazione e la struttura in elevazione.

In ogni caso, le predette armature non dovranno risultare inferiori allo 0,6% dell'area del cordolo.

Le staffe devono essere costituite da tondi di diametro non inferiore a 6 mm poste a distanza non superiore a 30 cm.

Per edifici con più di 6 piani, entro e fuori terra, l'armatura dei cordoli sarà costituita da tondi con diametro non inferiore a 14 mm e staffe con diametro non inferiore a 8 mm.

Negli incroci a L le barre dovranno ancorarsi nel cordolo ortogonale per almeno 40 diametri; lo squadro delle barre dovrà sempre abbracciare l'intero spessore del cordolo.

### **Incatenamenti orizzontali interni**

Gli incatenamenti orizzontali interni, aventi lo scopo di collegare i muri paralleli della scatola muraria ai livelli dei solai, devono essere realizzati per mezzo di armature metalliche.

Tali incatenamenti dovranno avere le estremità efficacemente ancorate ai cordoli. Nella direzione di tessitura del solaio possono essere omessi gli incatenamenti quando il collegamento è assicurato dal solaio stesso.

In direzione ortogonale al senso di tessitura del solaio gli incatenamenti orizzontali saranno obbligatori per solai con luce superiore ai 4,5 m e saranno costituiti da armature con una sezione totale pari a 4 cm<sup>2</sup> per ogni campo di solaio.

### **Spessori minimi dei muri**

Lo spessore dei muri non può essere inferiore ai seguenti valori:

- muratura in elementi resistenti artificiali pieni 12 cm;
- muratura in elementi resistenti artificiali semipieni 20 cm;
- muratura in elementi resistenti artificiali forati 25 cm;
- muratura di pietra squadrata 24 cm;
- muratura listata 40 cm;
- muratura di pietra non squadrata 50 cm.

## **1.17 OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO**

### **1.17.1 Impasti di conglomerato cementizio**

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nell'allegato apposito del D.M. applicativo dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI 7163; essa precisa le condizioni per l'ordinazione, la confezione, il trasporto e la consegna. Fissa inoltre le caratteristiche del prodotto soggetto a garanzia da parte del produttore e le prove atte a verificarne la conformità.

### **1.17.2 Controlli sul conglomerato cementizio**

Per i controlli sul conglomerato ci si atterrà a quanto previsto dall'allegato apposito del D.M. applicativo della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto allegato apposito del D.M. applicativo della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

La resistenza caratteristica del conglomerato dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione, controllo di accettazione, prove complementari.

I prelievi dei campioni necessari per i controlli delle fasi suddette avverranno al momento della posa in opera dei casseri.

### **1.17.3 Norme di esecuzione per il cemento armato normale**

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. In particolare:

- a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compatto; la superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 C°, salvo il ricorso ad opportune cautele.

- b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si devono realizzare possibilmente nelle regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra possono effettuarsi mediante:

- saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
  - manicotto filettato;
  - sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compromessa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.
- c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro. Gli ancoraggi devono rispondere a quanto prescritto al punto 5.3.3 del D.M. emanato in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086. Per barre di acciaio inossidabile a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo.
- d) La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 per le travi ed i pilastri, in presenza di salsedine marina, ed altri agenti aggressivi. Copriferrì maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti). Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm.

Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.

- e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.

## **1.18 SOLAI**

### **1.18.1 Generalità**

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite a seconda delle indicazioni di progetto, con solai di uno dei tipi descritti negli articoli successivi.

I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione prevista per i locali relativi, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, previsti nel D.M. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendi lumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta sarà precisato dalla Direzione dei lavori.

### **1.18.2 Solai su travi e travetti di legno**

Le travi principali di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico.

I travetti (secondari) saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavole che devono essere collocate su di essi e sull'estradosso delle tavole deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fino o altro materiale inerte.

### **1.18.3 Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione**

Nei successivi punti sono trattati i solai realizzati esclusivamente in calcestruzzo armato o calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio od in altri materiali.

Vengono considerati sia i solai eseguiti in opera che quelli formati dall'associazione di elementi prefabbricati.

Per tutti i solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ed in particolare valgono le prescrizioni contenute nel

D.M. vigente relativo a "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato normale e precompresso e a struttura metallica".

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

- a) solai con getto pieno: di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
- b) solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio od altro materiale;
- c) solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai del tipo a) valgono integralmente le prescrizioni del precedente articolo 89. I solai del tipo b) e c) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

#### **1.18.4 Solai prefabbricati**

Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.

Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.

Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o i cordoli di testata laterali.

### **1.19 STRUTTURE IN ACCIAIO**

#### **Generalità**

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica,"

dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", dalle circolari e dai decreti ministeriali in vigore attuativi delle leggi citate.

L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame e all'approvazione della Direzione dei lavori:

- gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché, la qualità degli acciai da impiegare;
- tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione.

I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **1.19.1 Collaudo tecnologico dei materiali**

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Appaltatore darà comunicazione alla Direzione dei lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la destinazione costruttiva e la documentazione di accompagnamento della ferriera costituita da:

- attestato di controllo;
- dichiarazione che il prodotto è "qualificato" secondo le norme vigenti.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni di prodotto qualificato da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno, per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la Direzione dei lavori deve effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire idonea conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'Appaltatore.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. applicativo dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 e successivi aggiornamenti ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

### **1.19.2 Controlli in corso di lavorazione**

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei lavori.

Alla Direzione dei lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

### **1.19.3 Montaggio**

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché, questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per le unioni con bulloni, l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei lavori. Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, etc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

#### **1.19.4 Prove di carico e collaudo statico**

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali emanati in applicazione della legge 1086/1971.

## **1.20 STRUTTURE IN LEGNO**

Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvano una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

### **Legno massiccio**

Il legno dovrà essere classificato secondo la resistenza meccanica e specialmente la resistenza e la rigidezza devono avere valori affidabili. I criteri di valutazione dovranno basarsi sull'esame a vista dei difetti del legno e sulla misura non distruttiva di una o più caratteristiche (vedere ad esempio la norma UNI 8198 FA 145).

I valori di resistenza e di rigidezza devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma ISO 8375. Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo ed i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione, e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.

### **Legno lamellare incollato**

La fabbricazione ed i materiali devono essere di qualità tale che gli incollaggi mantengano l'integrità e la resistenza richieste per tutta la vita prevista della struttura. Per gli adesivi vale quanto detto nel punto successivo apposito.

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- prova di delaminazione;
- prova di intaglio;
- controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

### **Compensato**

Il compensato per usi strutturali deve essere prodotto secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Il compensato per usi strutturali dovrà di regola essere del tipo bilanciato e deve essere incollato con un adesivo che soddisfi le esigenze ai casi di esposizione ad alto rischio (vedere punto 1.20.1).

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si potrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

### **Altri pannelli derivati dal legno**

Altri pannelli derivati dal legno (per esempio pannelli di fibre e pannelli di particelle) dovranno essere prodotti secondo adeguate prescrizioni qualitative in uno stabilimento soggetto ad un costante controllo di qualità e ciascun pannello dovrà di regola portare una stampigliatura indicante la classe di qualità.

Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche si dovrà fare ricorso alla normativa UNI esistente.

#### **1.20.1 Adesivi**

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi strutturali devono consentire la realizzazione di incollaggi con caratteristiche di resistenza e durabilità tali che il collegamento si mantenga per tutta la vita della struttura.

Esempi di adesivi idonei sono forniti nella Tabella 2, nel quale sono descritte due categorie di condizioni di esposizione: ad alto rischio ed a basso rischio.

#### **1.20.2 Elementi di collegamento meccanici**

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove condotte in conformità alla norma ISO 6891. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio (vedere Tabella 3).

Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati.

### Classe di umidità 1

Questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2 \text{ C}^\circ$  e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12%.

### Classe di umidità 2

Questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di  $20 \pm 2 \text{ C}^\circ$  e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80% soltanto per alcune settimane all'anno.

Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18%.

### Classe di umidità 3

Condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

Categoria d'esposizione condizioni di esposizione tipiche		Esempi di adesivi
Alto rischio	Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strutture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse dal legno lamellare incollato).	RF <sup>1</sup>
	Edifici con condizioni caldo-umide, dove l'umidità del legno è superiore al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i $50 \text{ C}^\circ$ , per esempio lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.	PF <sup>2</sup> PF/RF
	Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria.	PF PF/RF
	Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.	PF PF/RF
Basso rischio	Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aperte e porticati.	RF
	Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.	PF PF/RF

<sup>1</sup> Resorcinolo-formaldeide

<sup>2</sup> Fenolo-formaldeide

	Edifici riscaldati ed aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18% e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 C°, per esempio interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese ed altri edifici.	UF <sup>3</sup> MF <sup>4</sup> /UF
--	---	--

Tabella 2 Adesivi in funzione delle condizioni climatiche

Classe di umidità	Trattamento
1	nessuno <sup>5</sup>
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c <sup>6</sup>

Tabella 3 Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la norma ISO 2081

### 1.20.3 Disposizioni costruttive e controllo dell'esecuzione

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione.

I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionati.

La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto ed al presente capitolato.

### 1.20.4 Pilastrini e travi

Per i pilastrini e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento iniziale dalla rettilinearità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lunghezza per elementi lamellari incollati e ad 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.

Nella maggior parte dei criteri di classificazione del legname, sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguate ai fini della scelta di tali materiali per fini strutturali; si dovrà pertanto far attenzione particolare alla loro rettilinearità.

<sup>3</sup> Urea-formaldeide

<sup>4</sup> Melamina -formaldeide

<sup>5</sup> Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c

<sup>6</sup> In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno ed i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità.

#### **1.20.5 Unioni meccaniche**

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure; nodi od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno. La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno  $10d$ , essendo  $d$  il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso. Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno  $3d$  e spessore di almeno  $0,3d$  (essendo  $d$  il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio.

Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di -0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare, che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato. I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

- il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;
- il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;
- le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

#### **1.20.6 Controlli**

Il Direttore dei lavori dovrà accertarsi che siano state effettuate verifiche di:

- controllo sul progetto;
- controllo sulla produzione e sull'esecuzione fuori e dentro il cantiere;
- controllo sulla struttura dopo il suo completamento.

Il controllo sul progetto dovrà comprendere una verifica dei requisiti e delle condizioni assunte per il progetto.

#### **1.20.7 Elenco documenti**

Il controllo sulla produzione e sull'esecuzione dovrà comprendere documenti comprovanti:

- le prove preliminari, per esempio prove sull'adeguatezza dei materiali e dei metodi produttivi;
- controllo dei materiali e loro identificazione, per esempio per il legno ed i materiali derivati dal legno: specie legnosa, classe, marchiatura, trattamenti e contenuto di umidità;
- per le costruzioni incollate: tipo di adesivo, procedimento produttivo, qualità dell'incollaggio;

- per i connettori: tipo, protezione anticorrosione;
- trasporto, luogo di immagazzinamento e trattamento dei materiali;
- controllo sulla esattezza delle dimensioni e della geometria;
- controllo sull’assemblaggio e sulla messa in opera;
- controllo sui particolari strutturali, per esempio:
  - numero dei chiodi, bulloni etc.;
  - dimensioni dei fori, corretta perforatura;
  - interassi o distanze rispetto alla testata od ai bordi, fessurazioni;
- controllo finale sul risultato del processo produttivo, per esempio attraverso un’ispezione visuale e prove di carico.

#### **1.20.8 Controllo della struttura dopo il suo completamento**

Un programma di controlli dovrà specificare i tipi di controllo da effettuare durante l’esercizio ove non sia adeguatamente assicurato sul lungo periodo il rispetto dei presupposti fondamentali del progetto.

#### **1.20.9 Documenti significativi**

Tutti i documenti più significativi e le informazioni necessarie per l’utilizzo in esercizio e per la manutenzione della struttura dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori in apposito fascicolo e poi messi a disposizione della persona che assume la responsabilità della gestione dell’edificio.

### **1.21 ESECUZIONE DI COPERTURE CONTINUE (PIANE)**

#### **Generalità**

Si intendono per coperture continue quelle in cui la tenuta all’acqua è assicurata indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura. Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- copertura senza elemento termoisolante con strato di ventilazione oppure senza;
- copertura con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza strato di ventilazione.

## 1.22 ESECUZIONE DI COPERTURE DISCONTINUE (A FALDA)

### Generalità

Si intendono per coperture discontinue a falda quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale e dalla conformazione dei prodotti.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
- coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.

### 1.22.1 Tipi di copertura

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali (definite secondo la norma UNI 8178).

La copertura non termo-isolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento portante: con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
- strato di pendenza: con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre integrata in altri strati);
- elemento di supporto: con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza all'elemento portante);
- elemento di tenuta: con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua meteorica e di resistere alle azioni meccaniche - fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e dall'uso.

La copertura non termo-isolata e ventilata avrà quali strati ed elementi funzionali:

- lo strato di ventilazione: con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igro-termiche attraverso ricambi d'aria naturali o forzati;
- strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;

- l'elemento di tenuta.

La copertura termo-isolata e non ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante: con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della copertura;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore: con funzione di impedire (schermo) o di ridurre (barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La copertura termo-isolata e ventilata avrà quali strati ed elementi fondamentali:

- l'elemento termoisolante;
- lo strato di ventilazione;
- lo strato di pendenza (sempre integrato);
- l'elemento portante;
- l'elemento di supporto;
- l'elemento di tenuta.

La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.

### **1.22.2 Prescrizioni direttore lavori**

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:

- Nel corso dell'esecuzione dei lavori con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato.

In particolare verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenza a flessione, etc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, etc.

- A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente in sito a fronte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **1.23 OPERE DI VETRAZIONE E SERRAMENTISTICA**

- Si intendono per opere di vetratura quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti similari sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte;
- si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

#### **1.23.1 Prescrizioni vetrazioni**

La realizzazione delle opere di vetratura deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti:

- a) Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento. Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione

luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, etc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, etc. (UNI 7143, UNI 7144, UNI 7170 e UNI 7697).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

- b) I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione e dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e dimensioni in genere, capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, etc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, etc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

- c) La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, etc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, etc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme. L'esecuzione effettuata secondo la

norma UNI 6534 potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

### **1.23.2 Prescrizioni serramenti**

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti:

- a) Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- o assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
  - o gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
  - o il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).
- b) La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:
    - o assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, etc.);
    - o sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, etc.;
    - o curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, etc.) dal contatto con la malta.
  - c) Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antiefrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla Direzione dei lavori.

### **1.23.3 Prescrizioni direttore lavori**

Il Direttore dei lavori per la realizzazione opererà come segue:

- a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti.

In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; la esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto, del capitolato e del produttore per i serramenti con altre prestazioni.

- b) A conclusione dei lavori eseguirà verifiche visive della corretta messa in opera e della completezza dei giunti, sigillature, etc. Eseguirà controlli orientativi circa la forza di apertura e chiusura dei serramenti (stimandole con la forza corporea necessaria), l'assenza di punti di attrito non previsti, e prove orientative di tenuta all'acqua, con spruzzatori a pioggia, ed all'aria, con l'uso di fumogeni, etc.

Nelle grandi opere i controlli predetti potranno avere carattere casuale e statistico. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

### **1.24 ESECUZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI**

Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso.

Esse si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:

- pavimentazioni su strato portante;
- pavimentazioni su terreno (cioè dove la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta del terreno).

### 1.24.1 Prescrizioni pavimentazione

Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dai seguenti strati funzionali.

La pavimentazione su strato portante avrà quali elementi o strati fondamentali:

- lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti o di esercizio;
- lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti differenziali tra strati contigui;
- lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti meccanici sensibilmente differenziati;
- lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
- lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, etc.).

A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare fondamentali:

- strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità ai liquidi ed ai vapori;
- strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento termico;
- strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento acustico;
- strato di compensazione con funzione di compensare quote, le pendenze, gli errori di planarità ed eventualmente incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).

La pavimentazione su terreno avrà quali elementi o strati funzionali:

- il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
- strato impermeabilizzante (o drenante);
- lo strato ripartitore;

- strati di compensazione e/o pendenza;
- il rivestimento. A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste altri strati complementari possono essere previsti.

Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per lo strato portante a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nel presente capitolato sulle strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, sulle strutture miste acciaio e calcestruzzo, sulle strutture di legno, etc.;
- b) per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia.

Durante la realizzazione si curerà la continuità dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti, etc.;

- c) per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno.

Durante la realizzazione si curerà oltre alla corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche.

Sarà infine curato che la superficie finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, etc. adeguate per lo strato successivo;

- d) per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo.

Durante la realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore;

- e) per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni già date nell'articolo sui prodotti per pavimentazioni. Durante la fase di posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi verticali, etc.) nonché, le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di maturazione;
- f) per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'articolo sulle coperture continue;
- g) per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'articolo sulle coperture piane;
- h) per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento per i prodotti alle prescrizioni già date nell'apposito articolo.

Durante la fase di posa in opera si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero, etc. il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica, etc., con lo strato sottostante e sovrastante;

- i) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento (per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 mm).

Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, etc. si procederà alle operazioni di costipamento con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione (trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento all'acqua, etc. In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali;
- b) per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni già fornite per i materiali quali sabbia, ghiaia, pietrisco, etc. indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate (o alle norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti non tessuti (geotessili). Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità adeguati.

Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali, etc.

In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali.

Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento;

- c) per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti particolari;

- d) per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è ammesso che esso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore purché sia utilizzato materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica o comunque scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al momento dell'esecuzione;
- e) per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'articolo sui prodotti per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti, calcestruzzo, pietre, etc.). Durante l'esecuzione si curerà a secondo della soluzione costruttiva prescritta dal progetto le indicazioni fornite dal progetto stesso e comunque si curerà, in particolare, la continuità e regolarità dello strato (planarità, deformazioni locali, pendenze, etc.) l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.

#### **1.24.2 Prescrizioni direttore lavori**

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:

Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione che è attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà: il collegamento tra gli strati; la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere con prodotti preformati; la esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari. Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:

- le resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
- adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
- tenute all'acqua, umidità, etc.

A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) di funzionamento formando battenti di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, etc. che siano significativi delle ipotesi previste dal progetto o dalla realtà.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla descrizione e/o schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

## **1.25 PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO**

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo destinato ad ospitare la centrale termica dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla Direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere esso a tutte le prove e determinazioni necessarie. A tal uopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose. Per la tecnica di impiego delle terre si seguirà la norma CNR 10006.

## **1.26 COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO**

Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

- a) per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
- b) per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo a);
- c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

## **1.27 DIVERSITÀ DI TERRENI**

Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:

- a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 centimetri, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi una altezza da 0,50 m a 3 m, pari all'80% per rilevati aventi una altezza superiore a 3 m;
- b) per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato al punto a);
- c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c).

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

Le prove di costipamento avverranno seguendo la norma CNRBU 69.

## **1.28 MODIFICAZIONE DELLA UMIDITÀ IN SITO**

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento. L'umidità verrà misurata secondo la norma CNR 10008.

## **1.29 CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE**

Per ciò che riguarda le semplici compressioni di massiccata a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massiccata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido etc., si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate. Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.

Per la chiusura e rifinitura della cilindatura si impiegheranno rulli di peso non superiore a 14 tonnellate, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

Il lavoro di compressione o cilindatura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere strati di pietrisco o ghiaia superiore a cm 12 di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in 3 categorie:

- di tipo chiuso;
- di tipo parzialmente aperto;
- di tipo completamente aperto.

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che potesse perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza del precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

- l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
- il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura: qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

Il tipo di cilindratura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si debbano proteggere con applicazioni di una mano (di impianto) con o senza mani successive, di bitume o catrame, a caldo od a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti, facendo penetrare i leganti suddetti più o meno profondamente nello strato superficiale della massicciata (trattamento in semipenetrazione).

La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento in penetrazione.

### **1.30 MANTI CON TAPPETI DI PIETRISCHETTO E GRANIGLIA BITUMATI A CALDO**

I manti a tappeto di pietrischetti e graniglia bitumati a caldo sono di regola da impiegarsi per pavimentazione di intere strade nelle quali siano previsti traffici, anche se intensi, non molto pesanti, purché si abbiano condizioni ambientali favorevoli; così in regioni umide dovranno aversi sottofondi ben drenati e non potrà prescindere da un trattamento superficiale di finitura che serve a correggere il loro essere conglomerati bituminosi a masse aperte. Detti manti dovranno avere pendenze trasversali piuttosto forti, con monte dell'ordine di un sessantesimo ed inclinazione di almeno il 2,5%.

I pietrischetti e le graniglie da usare dovranno essere per quanto più possibili omogenei e provenienti da rocce di elevata durezza: qualora ciò non fosse possibile (materiale proveniente dalla frantumazione delle ghiaie), si dovranno adoperare quantità maggiori di legante in modo che frantumandosi alcuni elementi per effetto del traffico si possa così far fronte all'aumento di superficie dei materiali litici. Generalmente, eseguendosi due strati si adopereranno per lo strato inferiore aggregati della pezzatura da 10 a 20 mm e per quello superiore aggregati della pezzatura da 5 a 10 mm. Le dimensioni

massime dell'aggregato non dovranno comunque superare i due terzi dell'altezza della pavimentazione. Si richiederà sempre per i pietrischetti e le graniglie resistenza delle rocce da cui provengano non inferiore a  $1250 \text{ kg/cm}^2$ , alla compressione, coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 12 per il pietrischetto bitumato e non inferiore a 14 per la graniglia di copertura.

I bitumi solidi da impiegare per il trattamento degli aggregati avranno penetrazioni minime di 80/100 per i conglomerati di spessore di qualche centimetro: per manti sottili si useranno bitumi da 180 a 200.

Con bitumi liquidi si dovrà usare additivo in quantità maggiore e si adopereranno bitumi di tipi a più elevata viscosità.

I quantitativi di legante per ogni mc di impasto dovranno essere almeno i seguenti:

per bitume a caldo minimo  $40 \text{ kg/m}^3$  per pezzatura da 19 a 15 mm;  $45 \text{ kg/m}^3$  per pezzatura da 5 a 10 mm;  $50 \text{ kg/m}^3$  per pezzatura da 3 a 5 mm;

per emulsioni bituminose rispettivamente 70, 80, 90  $\text{kg/m}^3$  per i tre tipi delle suindicate pezzature.

Ciò corrisponderà per aggregato grosso con pietrischetto pezzatura da 5 a 20 mm al 3% di bitume e per conglomerato con sola graniglia passante al setaccio n. 10 al 3,5% di bitume, con aggiunta, in entrambi i casi, di additivo per lo 0,3% che sale al 2% per i bitumi liquidi.

I pietrischetti e le graniglie bitumati saranno preparati a caldo, con mescolatori, previo riscaldamento dei materiali litici a temperatura tra i  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  e i  $160 \text{ }^\circ\text{C}$  per garantire un buon essiccamento: la dosatura dei componenti sarà fatta di preferenza a peso per impasti di carattere uniforme: se verrà fatta a volume si terrà conto della variazione di volume del bitume con la temperatura (coefficiente medio di dilatazione cubica 0,00065). Il bitume, in caldaie idonee non a fiamma diretta, sarà scaldato a temperatura tra  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $180 \text{ }^\circ\text{C}$ .

I bitumi liquidi non dovranno essere scaldati oltre i  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Lo strato di pietrischetto o graniglia impastata dovrà essere posto in opera previa accurata ripulitura del piano di posa. I lavori di formazione del manto così si succederanno:

- spalmatura di emulsione bituminosa o bitume a caldo sulla superficie della massicciata ripulita, nella quantità necessaria ad ottenere l'ancoraggio del manto;
- provvista e stesa dell'aggregato bituminato in quantità tale da dare uno spessore finito non inferiore a 2,5 cm;
- cilindatura, iniziando dai bordi con rullo di almeno 5 tonnellate spruzzando le ruote d'acqua perché non aderiscano al materiale se posto in opera caldo;
- spalmatura di emulsione e di bitume a caldo nella quantità necessaria per sigillare il manto e permettere l'incorporazione di parte del materiale di copertura;
- copertura con graniglia e successiva rullatura.

Ove si adoperino particolari macchinari per la posa del conglomerato si potrà rinunciare alle spalmature.

Nella esecuzione dell'impasto e della sua posa dovrà farsi la massima cura onde evitare la formazione di ondulazioni che sarebbero motivo di richiedere il rifacimento del manto: le ondulazioni od irregolarità non dovranno essere superiori ai 5 mm misurate con asta rettilinea di 3 metri.

La ditta esecutrice stabilirà d'intesa con la Direzione dei lavori la quantità di emulsione per ancoraggio e sigillo. Essa provvederà alla manutenzione gratuita dalla data di ultimazione, assumendo la garanzia, per un triennio, all'infuori del collaudo. Alla fine del triennio la diminuzione di spessore del manto non potrà essere superiore a 8 mm.

## **NORME CONTABILI**

### **1.31 AVVERTENZE GENERALI**

Per la migliore comprensione dei dati riportati nel seguito è necessario tener presente che:

- i prezzi rappresentano l'andamento medio delle quotazioni sul mercato provinciale dove si svolgono i lavori;
- i prezzi dei materiali sono riferiti ad una qualità standard, rispondenti alle caratteristiche stabilite per legge, per consuetudine commerciale e per merce resa a piè d'opera;
- i prezzi della manodopera comprendono la retribuzione contrattuale, gli oneri percentuali e gli oneri assicurativi di legge e contrattuali. Si precisa che i prezzi per prestazioni di manodopera si intendono sempre riferiti a prestazioni fornite

in orario ed in condizioni normali di lavoro. Inoltre si intendono comprensivi del nolo e del normale consumo degli attrezzi di uso comune in dotazione agli operai, nonché dell'assistenza ai lavori;

- i prezzi dei noli di automezzi, salvo diverse specifiche, sono comprensivi di tutte le forniture complementari (carburante, lubrificante, grasso, etc.) e gli ammortamenti. I macchinari si intendono sempre forniti in condizioni di perfetta efficienza;
- i prezzi dei semilavorati si riferiscono a merce resa su betoniera franco- cantiere;
- nel caso di lavori in economia diretta, le relative quotazioni indicate nel presente listino dovranno essere maggiorate del 15% per spese generali e del 10% per utile dell'impresa secondo quanto previsto dalla legge 741/1981, art.14;
- i prezzi delle opere compiute comprendono i costi della manodopera idonea, dei materiali di prima scelta e qualità, delle spese generali e dell'utile dell'Appaltatore in modo che il manufatto risulti completo e finito a regola d'arte;
- i prezzi si intendono sempre al netto dell'IVA, che generalmente sono a carico dell'Amministrazione;
- per quanto riguarda i sistemi di misurazione, le quotazioni della presente pubblicazione sono riferite all'articolo seguente e agli usi locali;
- le quotazioni riportate nel seguente prezzario sono comprensive dei costi indiretti di cantiere che comprendono:
  - la recinzione, le strade di servizio di cantiere ed i ponteggi;
  - il montaggio e lo smontaggio delle gru;
  - il montaggio e lo smontaggio dell'impianto di betonaggio;
  - l'allaccio ai pubblici servizi, i baraccamenti ed i dispositivi di sicurezza;

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

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti.

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente articolo, con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore si deve ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, etc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;

- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché, sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, etc.;
- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato col metodo delle sezioni raggugliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno valutati solo ed esclusivamente in base alla sezione teorica come descritto nelle rispettive voci di computo metrico.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che nel prezzo unitario è incluso l'onere per un eventuale maggior volume reale rispetto quello preventivato.

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni raggugliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il volume teorico determinato con la sezione teorica ipotizzata per lo scavo depurata dei volumi costituenti il fabbricato. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, etc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 3,00 m<sup>2</sup> e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, etc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m<sup>2</sup>, rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, etc., di strutture diverse, nonché, di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa. Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri etc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature.

Per le ossature di aggetto inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo. Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso. Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 3 m<sup>2</sup>, intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande, etc., nonché, eventuali intelaiature in legno che la Direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché, alla parete.

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, etc. e le strutture costituite da getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché, inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

Nei relativi prezzi oltre agli oneri delle murature in genere, s'intendono compensati tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.

Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché, la posa in opera, sempreché, non sia pagata a parte.

I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento armato dovrà essere eseguita, nonché, per il getto e la vibratura.

Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché, la rete elettrosaldata sarà valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.

I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera di cemento armato, salvo diversa precisazione nel computo metrico estimativo.

Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta misurato all'esterno dei cordoli, e all'interno delle travi di calcestruzzo come dalla voce di computo estimativo.

Nei prezzi dei solai in genere è compreso l'onere per lo spianamento superiore della caldana, nonché, ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito, come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione. Nel prezzo dei solai, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono comprese la fornitura, lavorazione e posa in opera, del ferro occorrente, ed il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.

Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo.

I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.

In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere entità delle opere stesse.

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, etc., che saranno computati nella misurazione, nonché, l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.

I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici effettive dei materiali in opera.

Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intende compreso nei prezzi.

Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per il perfetto rifinito dopo la posa in opera.

I prezzi di elenco sono pure comprensivi dell'onere dell'imbottitura dei vani dietro i pezzi, fra i pezzi stessi o comunque tra i pezzi e le opere murarie da rivestire, in modo da ottenere un buon collegamento, e, dove richiesto, un incastro perfetto.

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contro pavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa, essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.

Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 3 m<sup>2</sup>, valutando a parte la riquadratura di detti vani. Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva; dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.

Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, etc.

Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno in generale misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

- per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro.

È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;

- per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- per le opere di ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;
- per le serrande di lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata due volte e mezza la luce netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche la coloritura della superficie non in vista.

Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono comprese mostre e contromostre.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei lavori.

I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra, l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

Gli infissi in alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati od a cadauno elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare, tutte le ferramenta e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

## **IMPIANTISTICA ACCESSORIA ALLE OPERE EDILI**

- a) scarico e allontanamento acque bianche e nere;
- b) fornitura e posa in opera dell'impianto di messa a terra;
- c) fornitura e posa in opera dell'impianto di protezione dalle scariche atmosferiche.

### **1.33 PREMESSA**

Il presente documento riguarda i materiali e i componenti occorrenti per la realizzazione delle opere necessarie alla costruzione dell'edificio di cui ai disegni di progetto allegati. Per qualsiasi dettaglio si rimanda al capitolato parte impianti

Per le quantità e provenienze dei materiali e il modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro devono essere rispettate le prescrizioni del presente Capitolato e/o quelle della normativa tecnica in vigore all'atto del contratto, in particolare si riterranno lavori eseguiti a regola d'arte quelli i cui materiali rispettino i criteri di classificazione delle norme e siano eseguiti con le tecniche le metodologie le tolleranze previste dalle stesse.

A tale scopo valgono le disposizioni previste dalle leggi, dai decreti, dai regolamenti, dalle norme UNI, dalle norme CEI, dalle norme CNR-UNI, dalle norme UNI-CIG, dagli Eurocodici o in carenza dalle norme ISO, DIN, BSI o di altra normativa internazionale.

Tutti i componenti e le forniture dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori prima di essere utilizzati.

Nel caso che vengano messi in opera materiali, forniture e componenti non autorizzate, ai fini di salvaguardare la riuscita tecnica dell'opera, la Direzione Lavori può ordinarne la sostituzione senza che l'appaltatore abbia diritto a compenso di sorta.

Si definiscono impianti quelle installazioni in opera di componenti, semilavorati e materiali che consentono di raggiungere e mantenere, in qualsiasi condizione, i livelli di esigenze ottimali di uso e di abitabilità.

In generale gli impianti dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto, redatti a cura e spese della Stazione Appaltante, le relative voci di Elenco Prezzi e le eventuali disposizioni emanate dalla D.L. all'atto esecutivo; eventuali modifiche che l'Appaltatore intendesse apportare, dovranno essere preventivamente concordate con la D.L.; piccole variazioni richieste dalla D.L. prima che le opere siano state eseguite, quali spostamenti di tracciato o di posizionamento di apparecchiature varie, dovranno essere effettuate dall'Impresa senza che questa abbia diritto ad alcun compenso di sorta.

I passaggi delle tubazioni degli impianti nelle strutture portanti dovranno essere quelli previsti dal progetto e, in ogni caso, dovranno essere studiati in maniera tale che siano il più razionali possibile e non compromettano la staticità delle strutture.

### **1.34 IMPIANTO DI SCARICO E ALLONTANAMENTO**

Si definisce impianto di scarico e allontanamento l'insieme di componenti e materiali che collega, a mezzo di reti verticali e orizzontali, i punti di raccolta o di confluenza con quelli di scarico e allontanamento generale.

L'impianto deve essere realizzato nel rispetto del progetto, delle norme igienico sanitarie, delle norme tecniche di settore (in particolare delle Legge 9 gennaio 1991 n. 10, DPR. 26 agosto 1996 n. 412 e smi, UNI 5745, UNI 8863, UNI 9182 e 9183), del regolamento comunale e delle indicazioni della Società o Ente Gestore della rete pubblica.

### **1.35 TUBAZIONI**

Normalmente, salvo diversa indicazione del progetto tutte le tubazioni saranno in Polietilene pesante tipo Geberit o equivalente, in PVC tipo 302 o 303.

Nel montaggio delle tubazioni andranno adottati gli accorgimenti necessari per evitare vibrazioni e rumori causati dal passaggio delle acque.

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo da consentire un facile deflusso delle acque ed evitare, nel normale uso, possibili intasamenti; sui collettori sub-orizzontali e alla base di tutte le colonne dovranno prevedersi dei punti di ispezione, nei tratti lineari la distanza massima tra due ispezioni successive non potrà mai eccedere i 30 m, i punti d'ispezione e di controllo dovranno essere di facile agibilità in modo da consentire l'eliminazione di eventuali intasamenti derivanti da un uso scorretto degli impianti.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare il campionario delle tubazioni e degli accessori che intende impiegare nell'esecuzione dell'impianto; la D.L., verificata la rispondenza dei materiali alle caratteristiche richieste dalle relative voci di Elenco Prezzi potrà accettarli o meno e richiederne quindi altri in alternativa.

Resta esplicitamente inteso che la presentazione dei campioni non esonera l'Impresa dall'obbligo di sostituire, ad ogni richiesta, quei materiali che, pur essendo conformi ai campioni stessi, non risultino corrispondenti alle prescrizioni di Capitolato o presentino difetti. Il campionario potrà essere ritirato dall'Appaltatore dopo le avvenute verifiche e prove preliminari dell'impianto.

### **1.36 ACQUE BIANCHE**

Si definisce impianto di scarico e allontanamento delle acque bianche o piovane l'insieme di materiali e componenti che collega i bocchettoni, le gronde e i chiusini stradali al collettore principale o a quello pubblico, si compone di una rete verticale (pluviali discendenti) e di una rete orizzontale (fognatura bianca).

I discendenti dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni di progetto e le relative voci di Elenco Prezzi; in ogni caso dovranno essere di numero e sezione adeguati alla quantità di acqua da scaricare, dovranno essere opportunamente fissati ai componenti delle chiusure verticali od orizzontali, siano essi interni od esterni all'edificio.

Nel caso siano esterni, nella parte terminale, per un'altezza di almeno m. 2,00 dal suolo, dovranno essere realizzati in materiali resistenti ad eventuali azioni d'urto; ciascuna discendente dovrà avere alla base un pozzetto ispezionabile collegato, attraverso la rete orizzontale, al collettore principale.

La rete orizzontale comprende i pozzetti ispezionabili di collegamento e di derivazione, i chiusini di raccolta delle acque di cortili, piazzali, giardini, etc., le tubazioni di allontanamento, poste in opera con idonea pendenza, in numero e dimensioni adeguate e nei materiali previsti dalle relative voci di Elenco Prezzi, ed eventuali tubazioni di drenaggio e raccolta delle acque di sottosuolo.

Al termine di detta rete, e prima dell'immissione nel collettore della stessa nel collettore principale o in quello pubblico, dovrà essere previsto un pozzetto ispezionabile e sifonato di tipo e dimensioni prescritte dal regolamento comunale.

### **1.37 ACQUE NERE**

Si definisce impianto di scarico e allontanamento delle acque nere l'insieme di materiali e componenti che collega alle colonne di scarico gli apparecchi igienico-sanitari e in generale tutte le acque interne al fabbricato, salvo diversa prescrizione del regolamento comunale e da queste al collettore principale o al collettore pubblico.

Le acque nere provenienti da WC e orinatoi dovranno essere immesse nella colonna di scarico a mezzo di bocchettoni di raccordo.

I raccordi fra sanitari e colonne di scarico e le colonne di scarico stesse di norma dovranno essere in polietilene duro PE; è assolutamente vietata la saldatura di tubazioni in PE di diversa ditta produttrice.

Il diametro delle tubazioni delle colonne di scarico delle acque nere, non dovrà, in ogni caso, essere inferiore a mm. 110 e il diametro dei raccordi dovrà essere proporzionato ai sanitari collegati.

Le colonne di scarico delle acque nere dovranno essere munite di sfiato fin al tetto completo di torretta protettiva.

Alla base di ciascuna colonna dovrà essere collocato un pozzetto sifonato ed ispezionabile collegato a mezzo di rete orizzontale al collettore principale o al collettore pubblico; le tubazioni della rete orizzontale dell'impianto di scarico ed allontanamento delle acque nere, poste in opera con idonea pendenza e con diametri adeguati, dovranno essere realizzate secondo le indicazioni di progetto, le relative voci di Elenco Prezzi e le eventuali disposizioni emanate dalla D.L. all'atto esecutivo.

Al termine di detta rete e prima dell'immissione della stessa nel collettore principale o in quello pubblico dovrà essere previsto un pozzetto ispezionabile e sifonato di tipo e dimensioni prescritte dal regolamento comunale.

Le verifiche e prove preliminari dovranno essere eseguite dall'Appaltatore senza che questi abbia diritto ad alcun compenso di sorta e dovranno essere effettuate durante l'esecuzione delle opere in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Per l'impianto di scarico e allontanamento si eseguirà una prova idraulica delle condutture che, per le tubazioni della rete orizzontale all'edificio, dovrà essere eseguita a reinterro avvenuto; si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verificano perdite e deformazioni permanenti.

Resta comunque esplicitamente inteso che, anche se l'esito di verifiche e prove preliminari sarà favorevole, l'Impresa rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

### 1.38 PRESCRIZIONI RIGUARDANTI GLI IMPIANTI DI TERRA

- Normativa CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1000 V. IX<sup>a</sup> edizione 1999;
- Normativa CEI 11-8 Impianti di produzione trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Impianti di terra III<sup>a</sup> edizione 1998 e varianti successive;
- Normativa CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale inferiore a 1000 V in corrente alternata III<sup>a</sup> edizione 1992;
- Fascicolo CEI S 423 Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici;
- D.P.R. n° 547: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro del 27.04.1955;
- Normativa CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini III<sup>a</sup> edizione del 1990;
- Normativa CEI 81-4 Valutazione del rischio di fulminazione edizione 1998.

Per ogni area, contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme e legislazioni in materia. Per impianto di terra s'intende l'insieme dei dispersori, dei conduttori, dei collettori, dei nodi di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali destinati a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento. L'impianto di terra a cui vengono collegate tutte le masse metalliche degli utilizzatori e tutte le parti metalliche facenti capo ad uno stesso impianto, deve essere uno ed unico. Se l'impianto di terra è utilizzato per la protezione di strutture contro i fulmini, esso deve soddisfare anche le norme CEI 81-1. Per gli impianti di messa a terra di apparecchiature elettroniche di elaborazione dati ed analoghe dove la corrente di dispersione risulti superiore al valore di 3,5 mA, fissato dalle normative CEI 74-2, l'interruzione del circuito non può essere affidata ad interruttori differenziali. In tale caso il collegamento di terra e l'interruzione del circuito deve essere eseguito secondo le prescrizioni delle norme CEI 64-8/7.

L'impianto di terra deve essere realizzato in maniera tale da garantire un valore di resistenza che soddisfi le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto. I materiali scelti per la realizzazione devono garantire l'efficienza nel tempo, essi saranno scelti in maniera adeguata affinché perturbazioni esterne, sollecitazioni meccaniche o l'erosione non ne deteriorino le caratteristiche e la funzionalità. In presenza di terreni o

agenti aggressivi si dovranno utilizzare tutti gli accorgimenti per garantire la durata e l'efficienza dell'impianto. La realizzazione dovrà tenere sempre conto della facile, veloce e sicura fattibilità dei controlli periodici di efficienza. La realizzazione dell'impianto di dispersione prevede l'interro dei dispositivi di dispersione ad una profondità non inferiore a 60 cm, i dispersori a picchetto dovranno essere tra loro distanti almeno 5 volte la loro lunghezza onde evitare fenomeni di concentrazione di campo e influenzamento reciproco tra i vari elementi. L'impianto dovrà sopportare le correnti di guasto senza che queste arrechino danno di natura termica o elettromeccanica. Non sono ammessi dispositivi di sezionamento ad intervento automatico. È richiesto un punto di sezionamento manuale da effettuare con l'ausilio di chiavi od utensili, per eseguire le misure di manutenzione, esso sarà posto in luogo di facile accessibilità.

Le sezioni dei conduttori di terra devono essere stabilite in accordo con le effettive esigenze di impianto in relazione al tipo di dispositivo adottato per la protezione, al tempo di intervento dello stesso e del valore efficace della tensione di guasto, utilizzando la formula, (CEI 64-8/5):

$$S = \frac{\sqrt{I^2 * t}}{K}$$

dove:

S è la sezione del conduttore di terra o di protezione;

I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore;

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione;

K è un coefficiente di calcolo definito in funzione del tipo di materiale e del tipo di posa.

Le sezioni minime da utilizzare per gli impianti di dispersione interrati sono:

- 35 mm<sup>2</sup> se in rame nudo;

Per i collegamenti di dispersori di fatto e masse estranee come le gabbie di armatura delle fondazioni o di opere in cemento armato le prese di terra saranno eseguite con tondino di acciaio zincato a caldo sezione minima 50 mm<sup>2</sup>. La sezione minima dei conduttori di protezione PE intesi come i collegamenti delle masse metalliche e il nodo equipotenziale per proteggerle dai contatti indiretti sono uguale al conduttore di fase per sezioni fino a 16 mm<sup>2</sup>, metà del conduttore di fase con un minimo di 16mm<sup>2</sup> per le

sezioni maggiori. La sezione minima consigliata per il collegamento di masse estranee e collegamenti equipotenziali è il 4 mm<sup>2</sup> con conduttore di rame.

Per la realizzazione degli impianti di dispersione è ammesso l'uso di soli materiali rispondenti alle prescrizioni delle vigenti normative in materia. I conduttori nudi interrati dovranno essere in tondino in acciaio zincato a caldo secondo le prescrizioni delle CEI 7-6. I dispersori a picchetto saranno costituiti da puntazza in profilato a croce di acciaio zincato a caldo di lunghezza non inferiore a 2 ml. I conduttori di protezione devono essere di rame ricotto a corda flessibile isolati in PVC o mescola in gomma G9 o equivalente. La giunzione dei conduttori di dispersione dovrà avvenire con morsetti in acciaio zincato con viti di serraggio protette contro la corrosione, ad elevata resistenza meccanica ed ampia superficie di contatto.

I conduttori di protezione potranno essere giuntati testa-testa mediante morsetti a sella in rame stagnato con chiusura a pressione purché il sistema garantisca oltre alla continuità elettrica anche un'ottima tenuta meccanica.

Negli impianti con protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito la resistenza di terra dovrà avere un valore tale da soddisfare la relazione:

$$R_t \leq \frac{U_l}{I_s}$$

dove:

$R_t$  è la resistenza massima di terra;

$U_l$  è la tensione di contatto limite convenzionale di 50 V;

$I_s$  è la corrente di intervento del dispositivo di protezione entro 5 sec.

In allegato saranno fornite le misure di resistenza di terra da effettuare in contraddittorio con la Società e con strumentazioni a carico dell'Impresa. Al termine dei lavori l'Impresa dovrà apporre gli appositi cartelli di indicazione della presenza di impianto di terra riportanti le distanze dei vari picchetti di dispersione o dei collegamenti a dispersori di fatto ed equipotenziali.

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse). Non vanno collegate a terra quelle parti metalliche che

possono andare in tensione perché in contatto con una massa. A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati all'adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso (masse estranee).

L'uso di questo sistema di protezione è previsto solamente per le linee delle prese trifasi, per quelle delle prese monofasi e per i vari circuiti luce. Il differenziale deve avere un corrente nominale differenziale  $I_{dn}$  da 30 a 500 mA, se prescritto anche di tipo tarabile. La scelta dell'interruttore differenziale, o meglio il suo valore di potere di interruzione differenziale, deve essere fatta in base alla massima corrente di guasto che si può stabilire verso terra nel circuito in cui è installato. Deve essere, cioè, sempre verificata la seguente relazione:

$$I_{dm} \geq \frac{U_0}{Z_s}$$

dove:

$I_{dm}$  è il potere di interruzione differenziale;

$U_0/Z_s$  è la corrente di guasto franco a terra.

Il dispositivo per proteggere l'interruttore differenziale dalle correnti di corto circuito può anche essere separato dal differenziale, che in questo caso è puro. In tal caso la corretta combinazione tra differenziale e dispositivo di protezione contro il cortocircuito deve essere indicato dal costruttore del differenziale il quale deve indicare il valore massimo della corrente presunta di cortocircuito per cui la combinazione è adeguata (corrente di corto circuito condizionale,  $I_{nc}$ , della combinazione). Un solo dispositivo di protezione contro cortocircuito può assicurare la protezione di più interruttori differenziali.

Sulla copertura dell'edificio e sugli elementi metallici non compresi all'interno dell'edificio sarà realizzato un impianto di protezione contro scariche atmosferiche, secondo le prescrizioni delle norme CEI 81-1, costituito essenzialmente da:

- maglia di captazione in piatto di acciaio zincato a caldo, ancorato alla copertura con supporti di vario tipo, con passo di maglia non superiore a 15 m; la maglia e i captatori sono collegati al circuito di dispersione di terra attraverso calate ancorate alla superficie esterna della struttura attraverso appositi elementi e

protette con protezioni in materiale plastico fino ad un'altezza di 2 m dal suolo. Le calate infine sono collegate all'impianto di dispersione di terra tramite morsettiera predisposta all'interno di pozzetti ispezionabili.

- organi di discesa costituiti da ferri di armatura per ognuno dei pilastri indicati nella corrispondente tavola grafica, resi elettricamente continui con saldature alluminotecniche sulle giunzioni;
- dispersore comune all'impianto di dispersione generale; le giunzioni saranno realizzate entro pozzetti ispezionabili lungo il perimetro dell'edificio.

Le parti metalliche di gronde, ringhiere, serbatoi, macchine, etc., sporgenti all'esterno del volume protetto e aventi superficie maggiore di 2 m<sup>2</sup> o altezza maggiore di 1 m, saranno connesse all'impianto di protezione secondo il percorso più breve possibile con conduttori di caratteristiche e dimensioni uguali a quelle degli elementi dell'impianto di protezione.

Inoltre l'impianto sarà dotato di scaricatori di sovratensione installati nei quadri di distribuzione dove prescritto dalle relazioni specialistiche. Tali elementi verranno installati da chi comporrà i quadri di distribuzione.

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

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo, salvo quanto dovrà essere contabilizzato a corpo, a numero, a peso od a tempo in conformità a quanto stabilito dalle singole voci di Elenco Prezzi.

Per la determinazione delle misure geometriche, modi di contabilizzazione, oneri vari, etc. si conviene quanto sotto specificato.

### **1.39 IMPIANTI: SCARICO E ALLONTANAMENTO ACQUE**

Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio) con tasselli ad espansione.

#### **1.40 IMPIANTI ELETTRICI**

Le corde di rame e le maglie per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

#### **1.41 LE OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI**

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

- a) scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani di utilizzo e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- b) apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- c) muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- d) fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti.
- e) Formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, l'interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- f) manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- g) i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- h) la pulizia, sgombero e il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni, compresa eventuale indennità di discarica;
- i) scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- j) ponteggi di servizio interni ed esterni.

## **2 IMPIANTI DELLA CENTRALE TERMICA**

Nella presente sezione del capitolato sono descritte le seguenti principali forniture e prestazioni da parte dell'Appaltatore:

- a) fornitura e posa in opera degli impianti termoidraulici di centrale;
- b) fornitura e posa in opera degli impianti elettrici a servizio degli impianti della centrale;
- c) fornitura e posa in opera del sistema di controllo, supervisione e regolazione centrale.

Impianti termoidraulici

Sono compresi nel presente appalto tutti gli impianti termoidraulici di centrale (caldaie, impianti estrazione ceneri, impianti di circolazione, organi di distribuzione e intercettazione, etc.).

### **2.1 IMPIANTI ELETTRICI**

Sono compresi nel presente appalto tutti gli impianti elettrici dell'edificio, ivi compresi:

- a) impianto scariche atmosferiche;
- b) impianto di messa a terra;
- c) impianto elettrico cavi, cavidotti, frutti, punti luce, scatole di derivazione secondaria.

### **2.2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI**

Gli impianti tecnologici della Centrale in oggetto sono composti da:

- a) n.1 caldaia a biomassa ad acqua calda della potenza di 1000 kW, completa di modifica sistema di caricamento automatico del cippato e sistema di estrazione automatica delle ceneri;
- b) n.1 serbatoio di accumulo coibentato con capacità di 20 000 litri;
- c) n.1 pompa centrifuga a servizio della dorsale della rete di teleriscaldamento;
- d) n.2 pompe a servizio del circuito primario;
- e) linee di trattamento fumi composta dai condotti fumari, un mult ciclone, un filtro a maniche collegati come da tavole grafiche;
- f) impianti termoidraulici ausiliari di centrale;

- g) impianti elettrici di centrale;
- h) impianto di trattamento acqua di alimentazione.

## **2.3 DOCUMENTAZIONE TECNICA**

Sono compresi negli oneri dell'impresa anche l'elaborazione dei disegni costruttivi e di montaggio e dei particolari tecnici. Tutti gli ulteriori progetti e documenti, necessari per una consegna ed un montaggio a regola d'arte, devono venire consegnati a cura dell'appaltatore, e sottoposti all'approvazione della Direzione dei Lavori. La documentazione è da sottoporre all'esame in triplice copia e su supporto informatico in formati MS Office e Autocad compatibili.

In caso di necessità può venire richiesta un'ulteriore documentazione di integrazione.

Si richiama l'attenzione in modo particolare sul fatto che si può procedere all'esecuzione unicamente sulla base della documentazione costruttiva approvata dalla Direzione dei Lavori.

L'approvazione, da parte della Direzione dei Lavori, della documentazione della ditta costruttrice non esonera però quest'ultima dal proprio obbligo di garanzia.

Per l'esecuzione dei disegni valgono le relative norme in materia.

### **2.3.1 Documentazione post aggiudicazione**

Dopo l'aggiudicazione l'appaltatore è tenuto a fornire entro 3 (tre) settimane le indicazioni di tipo edile per i locali tecnici e il silo combustibile (fondazioni, fori, cunicoli, canali, forze e pesi, etc.). Tali indicazioni dovranno essere fornite alla Direzione dei Lavori.

Entro due mesi dall'aggiudicazione la ditta dovrà fornire in duplice copia, per l'approvazione della Direzione dei Lavori, la seguente documentazione:

- a) schema termoidraulico di centrale, distribuzione del calore;
- b) schemi di caldaie, modifiche al sistema di caricamento etc.;
- c) layout della linea fumi;
- d) relazione tecnica con specificate le caratteristiche tecniche, le marche ed i modelli di tutti i componenti (termici, idraulici ed elettrici) che saranno installati
- e) disegni costruttivi e di montaggio di tutti gli impianti coinvolti nel presente appalto (scala minima 1:50);

- f) cronoprogramma dettagliato lavori e montaggi;
- g) Piano di qualità di costruzione e installazione;
- h) documentazione da presentare all'ISPESL per progetto sicurezza impianto termico;
- i) schemi logica automatismi e comandi;
- j) schemi funzionali;
- k) lista informazioni (segnali, misure, comandi);
- l) elenco cavi, morsettiere descrizioni, calcoli, tabelle e schizzi e quant'altro sia necessario per una completa ed esauriente spiegazione, giustificazione di dimensionamenti, chiarimenti etc. del progetto e delle tipologie e metodi di lavorazioni che l'appaltatore intende adottare;
- m) nominativo della persona responsabile, rappresentante dell'appaltatore presso il cantiere;
- n) documentazione ai fini delle autorizzazioni ed approvazioni ISPESL per l'installazione e la messa in esercizio.

Ricevuta ed esaminata la documentazione presentata (che dovrà essere redatta in lingua italiana), la Direzione dei Lavori trasmetterà all'Appaltatore le proprie osservazioni e le proprie richieste di modifica; l'Appaltatore ha 15 giorni di tempo per modificare la documentazione presentata secondo le indicazioni ricevute dalla Direzione dei Lavori.

La Stazione Appaltante potrà valutare a proprio insindacabile giudizio di concedere una proroga delle scadenze sopra definite, appurato che tale proroga non provocherà uno slittamento del termine finale di ultimazione dei lavori o interferenze incompatibili con lo svolgimento delle lavorazioni degli appalti concomitanti.

### **2.3.2 Documentazione dello stato finale**

Prima del termine fissato per la consegna dell'impianto, l'appaltatore provvederà ai necessari aggiornamenti e rettifiche della documentazione tecnica in maniera che la documentazione stessa rappresenti fedelmente la consistenza ultima e attualizzata dell'intero impianto. La documentazione aggiornata è da consegnare 30 (trenta) giorni prima della presa in consegna dell'opera. In tale documentazione sarà compresa anche tutta la documentazione da presentare agli enti competenti per i vari collaudi dell'impianto.

In particolare la documentazione deve comprendere:

- a) disegni di montaggio revisionati, comprensivi di specifiche tecniche per basamenti, dadi di fondazione, tirafondi, fonometrie;
- b) disegni di consistenza dell'impianto termoidraulico corrispondente allo stato ultimo, al fine di mettere a disposizione del Committente elaborati grafici corrispondenti alla reale posa in opera (disposizione plani-alimetrica di apparecchi, tubazioni e valvolame);
- c) schemi funzionali revisionati;
- d) schemi pneumatici ed oleodinamici;
- e) schemi e specifiche di regolazione;
- f) schemi elettrici revisionati (comprensivi di schemi quadri elettrici con numerazione morsettiere);
- g) schema termoidraulico revisionato;
- h) piani di installazione e posa cavi;
- i) lista delle apparecchiature con ingombri e pesi, netti, in servizio ed imballati (*packing list*); eventuali studi e calcoli per varianti, aggiunte e modifiche necessarie a giudizio insindacabile della D.L.;
- j) eventuale lista dei ricambi consigliati;
- k) predisposizione di protocollo di misura grandezze da monitorare (lista, frequenze);
- l) lista motori e caratteristiche (tensione/fasi/freq., n° poli, potenza, forma, cl. isol. gr. protez.);
- m) certificati, omologazioni e dichiarazioni di conformità inerenti apparecchiature qualificate;
- n) certificati di apparecchiature di misura fiscale (TA, TV, contabilizzatori di entalpia, etc.);
- o) certificati di corretta posa/installazione laddove necessari;
- p) dichiarazione di conformità al progetto e alle norme esistenti e relativi allegati;
- q) certificati di collaudo dei quadri elettrici e relative prove e verifiche (secondo CEI 17-13);
- r) libretti di canna fumaria, di centrale;
- s) pratiche I.S.P.E.S.L.;
- t) pratiche emissione in atmosfera;

- u) ogni altra documentazione tecnica che dovesse essere richiesta dalla Direzione dei Lavori e eventuale ulteriore documentazione richiesta nelle specifiche tecniche.

Tutti gli elaborati sopra descritti devono essere redatti in lingua italiana e devono essere consegnati alla stazione appaltante in copia informatica e in copia cartacea.

Gli elaborati finali devono descrivere gli impianti come risultano effettivamente eseguiti, con la precisazione delle dimensioni e delle caratteristiche dei singoli elementi costitutivi degli impianti stessi e di tutte le apparecchiature installate, compresi i particolari costruttivi delle apparecchiature, gli schemi elettrici e quelli di. Tutti gli elaborati cartacei devono essere firmati da tecnico abilitato, recante la dicitura o "Stato Finale". (Si avrà particolare cura nel rappresentare le parti degli impianti che non risulteranno in vista, colonne, tubazioni, etc., al fine di rendere possibile in ogni tempo la loro perfetta localizzazione.).

I costi per l'elaborazione e la consegna della documentazione sopra descritta sono considerati compresi nei prezzi di offerta della ditta e non vengono compensati a parte.

## **2.4 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Gli impianti tecnologici (meccanici ed elettrici) devono essere eseguiti a perfetta regola d'arte, in conformità alla legislazione ed alla normativa vigente in materia. L'appaltatore si impegna ad osservare tutte le norme, le disposizioni di legge ed i decreti in vigore all'atto dell'esecuzione ritenendo compreso e compensato ogni onere per l'applicazione delle stesse.

L'impresa esecutrice dovrà anche prevedere quant'altro non espressamente specificato ma necessario alla buona riuscita dei lavori conformemente alle prescrizioni di legge.

Gli apparecchi e i materiali impiegati devono risultare adatti all'ambiente nel quale sono installati e devono resistere a tutte le azioni termiche, meccaniche, corrosive o dipendenti dall'umidità di possibile riscontro durante il funzionamento e l'esercizio.

L'impresa assuntrice dei lavori prende a suo carico e sotto la sua responsabilità la perfetta esecuzione degli impianti citati, secondo quanto previsto dal presente articolo e si impegna ad adeguare ogni elemento di impianto che dalla verifica di collaudo non risultasse conforme alle norme in esso contenute, senza che alcun addebito derivi al Committente.

### 2.4.1 Leggi e norme

L'Appalto dovrà essere conforme alle norme e disposizioni vigenti in Italia e in particolare alle norme contenute nel d.l. n° 277 del 15 agosto 1991 e nel DPR n° 915 del 10 settembre 1982.

Le norme di riferimento che riguardano gli impianti elettrici sono elencate nel capitolo dedicato.

Norme relative alla sicurezza degli impianti:

- Decreto del Presidente della Repubblica 27/04/1955, n°547 "Norme per la prevenzione degli infortuni";
- Legge 5 marzo 1990, n°46 "Norme per la sicurezza degli impianti";
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 dicembre 1991, n°447 "Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n°46, in materia di sicurezza degli impianti";
- Decreto Ministeriale 20 febbraio 1992 "Approvazione del modello di dichiarazione di conformità dell'impianto a regola d'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n° 46, in materia di sicurezza degli impianti";

Norme relative alle emissioni inquinanti:

- D.P.C.M. 14 novembre 1997, Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.P.R. 25 luglio 1991 Modifiche dell'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con DPCM il 21/7/89;
- DECRETO 12 luglio 1990 Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.
- D.P.C.M. 8 marzo 2002. Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione;
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale;

- D.P.R. n° 203 del 24.03.1988 Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art.15 della legge 16 aprile 1987, numero 183;
- D.M. 11.03.1998, n. 141 Regolamento recante norme per lo smaltimento in discarica dei rifiuti e per la catalogazione dei rifiuti pericolosi smaltiti in discarica;
- D.M. 05.02.1998 Norme tecniche per il recupero dei rifiuti non pericolosi ai fini dell'applicazione della procedura semplificata.

#### Norme relative al risparmio energetico:

- Legge 9 gennaio 1991, n°10 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n°412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n° 10";
- Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n°551 "Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993, n°412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia";
- Decreto Ministeriale 6 agosto 1994 "Recepimento delle norme UNI attuative del DPR 26 agosto 1993, n°412, recante il regolamento per il contenimento dei consumi di energia degli impianti termici degli edifici, e rettifica del valore limite del fabbisogno energetico normalizzato";

#### Norme relative alla certificazione dei componenti degli impianti:

- Decreto Ministeriale 2 aprile 1998 "Modalità di certificazione delle caratteristiche e prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essa connessi";
- Legge 18/10/1977, n°791 "Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- Decreto Ministeriale 13 giugno 1989 "Liste degli organismi e dei modelli di marchi di conformità, pubblicazione della lista riassuntiva di norme armonizzate, unitamente al recepimento ed alla pubblicazione di ulteriori (5° gruppo) testi

italiani di norme C.E.I., in applicazione della legge 18 ottobre 1977, n° 791, sull'attuazione della direttiva n. 73/23/CEE, relativa alla garanzia di sicurezza del materiale elettrico”;

Norme relative agli impianti e apparecchi in pressione:

- Decreto Ministeriale 01/12/1975 “Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione”;
- A.N.C.C. “Specificazioni tecniche applicative del titolo II del D.M. 01/12/1975 riguardante le norme di sicurezza per gli apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione - Raccolta R - ediz. 1982;
- Decreto Ministero dell’industria 29/02/1988 “Regole tecniche riguardanti i dispositivi di sicurezza termici atti ad intercettare il fluido primario negli scambiatori di calore”;
- Direttiva CEE/CEEA/CE del 29/05/1997, n° 23 “Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 maggio 1997 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri in materia di attrezzature a pressione”;
- Decreto Legislativo 25/02/2000, n°93 “Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione”.

Norme tecniche UNI relative a progetto ed esercizio CT, a titolo indicativo e non esaustivo andranno rispettate principalmente le seguenti disposizioni normative, e s.m. ed i.:

- UNI 8065:1989 - Trattamento acqua negli impianti termici ad uso civile;
- UNI 9182:1987 + A1:1993 - Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI 10344:1993 - Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia;
- UNI 10347:1993 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo;
- UNI 10348:1993 - Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo;
- UNI 10349:1994 - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI 10640:1997 - Canne fumarie collettive ramificate per apparecchi di tipo B a tiraggio naturale. Progettazione e verifica;
- UNI 10847:2000 - Impianti fumari singoli per generatori alimentati con combustibili liquidi e solidi - Manutenzione e controllo - Linee guida e procedure

- UNI EN 1434-6:2000 - Contatori di calore - Installazione, messa in servizio, controllo e manutenzione;
- UNI EN 1505:2000 - Ventilazione negli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare - Dimensioni;
- UNI EN 1859:2002 - Camini - Camini metallici - Metodi di prova;
- UNI EN 12056-5:2001 - Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso;
- UNI EN 12098-1:1998 - Regolazioni per impianti di riscaldamento - Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda;
- UNI EN 13384-1e2:2004 Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico - Parte 1: Camini asserviti ad un solo apparecchio, Parte 2: Camini asserviti a più apparecchi da riscaldamento;
- UNI ENV 12097:1999 - Ventilazione negli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
- UNI ENV 13801:2002 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati - Materiali termoplastici - Pratica raccomandata per l'installazione;
- Direttiva PED in materia di recipienti a pressione;
- Oenorm B 8131 in materia di organi di sicurezza per focolari alimentati a biomassa;
- UNI 10412:1994 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Prescrizioni di sicurezza;
- UNI 8364:1984 + A146:1984 Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione;
- UNI 9317:1989 - Impianti di riscaldamento. Conduzione e controllo;
- UNI 5364:1976 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo;
- UNI 8855:1986 - Riscaldamento a distanza. Modalità per l'allacciamento di edifici a reti di acqua calda;
- UNI 9182:1987 + A1:1993 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI 10376:1994 - Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici;

- UNI EN 247:2001 - Scambiatori di calore. Terminologia;
- UNI EN 13941:2003 Progetto ed installazione di sistemi bloccati di tubazioni preisolate per teleriscaldamento;
- UNI EN 253:2003 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna in polietilene;
- UNI EN 448:2003 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di raccordi per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene;
- UNI EN 488:2003 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di valvole per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo di protezione esterna di polietilene;
- UNI EN 489:2005 Tubazioni per il riscaldamento urbano - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti interrate di acqua calda - Assemblaggio-giunzione per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene;
- UNI EN 287:1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Acciai;
- UNI EN ISO 15607:2005 Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Regole generali;
- UNI EN 305:1999 - Scambiatori di calore - Definizioni delle prestazioni degli scambiatori di calore e procedure generali di prova per la determinazione delle prestazioni di tutti i tipi di scambiatori;
- UNI EN 307:2000 Scambiatori di calore - Guida di preparazione delle avvertenze di installazione, di funzionamento e di manutenzione richieste per il mantenimento delle prestazioni per ogni tipo di scambiatore di calore;
- UNI EN 12517:2005 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo radiografico dei giunti saldati - Livelli di accettabilità
- UNI EN 1435:2004 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo radiografico dei giunti saldati;
- UNI EN 1289:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità;

- UNI EN 1434-1, -2, -3, -4, -5, -6:2000 Contatori di calore;
- UNI 8157:1984 - Misuratori di energia termica per impianti di riscaldamento mediante bilancio termico sul liquido termovettore;
- UNI 9023:1987 - Misuratori di energia termica. Installazione, impiego, manutenzione;
- UNI 9335:1991 - Valvole di sicurezza per apparecchi a pressione. Generalità, requisiti e prove;
- UNI 9753:1990 - Prescrizioni tecniche per le valvole di regolazione per impianti di riscaldamento ad acqua calda;
- UNI EN 12098-1:1998 - Regolazioni per impianti di riscaldamento - Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda;
- UNI EN 10224:2003 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN 10220:2003 - Tubi lisci di acciaio, saldati e senza saldatura. Prospetti generali delle dimensioni e delle masse lineiche;
- UNI ISO 6761:1982 - Tubi di acciaio. Preparazione delle estremità di tubi ed accessori tubolari da saldare;

Per quanto non in contrasto con quanto sopra e fatto salvo quanto specificatamente prescritto nei singoli capitoli, si potrà fare inoltre riferimento alle norme emanate dai seguenti Enti:

- ISA           Instrument Society of America;
- ASTM        American Society for Testing and Material;
- UNI           Ente Nazionale Unificazione;
- ASME         American Society for Mechanical Engineers;
- NEMA         National Electrical Manufacturer Assoc.;
- AWS          American Welding Society;
- ISO          International Organization for Standardization;
- ASA          American Standard Association;
- CEI          Comitato Elettrotecnico Italiano;
- IEC          International Electrotechnical Commission;
- ANCC        Associazione Nazionale Controllo Combustione;
- ISPESL       Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro;

- USL            Unità Sanitarie Locali;
- CTI            Comitato Termotecnico Italiano;
- CNR-UNI      Centro Nazionale Ricerche - Ente Nazionale Unificazione;
- API            American Petroleum Institute;
- SIS            Svensk Standard;
- DS            Dansk Standard;
- ANSI          American National Standard Institute;
- DIN            Deutsches Institute fur Normung;
- EN            Normativa Europea.

I riferimenti normativi sopra riportati risultano essere indicativi. La Ditta Installatrice dovrà verificarne la completezza e dare luogo a tutti gli adempimenti applicabili in vigore anche se non espressamente menzionati sopra.

#### **2.4.2 Autorità competenti**

Per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, oltre a quanto stabilito sopra, la Ditta esecutrice dei lavori dovrà anche tenere conto delle prescrizioni dettate dalle competenti autorità locali e/o nazionali quali:

- prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei Vigili del Fuoco;
- prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- prescrizioni e indicazioni della TELECOM (in particolare DM 314/92);
- disposizioni dell'ufficio I.S.P.E.S.L. del luogo;
- disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro.

I riferimenti sopra riportati risultano essere indicativi. La Ditta Installatrice dovrà verificarne la completezza e dare luogo a tutti gli adempimenti applicabili in vigore anche se non espressamente menzionati sopra

L'impresa assuntrice dei lavori prende a suo carico e sotto la sua responsabilità la perfetta esecuzione degli impianti citati, secondo quanto previsto dal presente articolo e si impegna ad adeguare ogni elemento di impianto che dalla verifica di collaudo non risultasse conforme alle norme in esso contenute, senza che alcun addebito derivi al Committente.

Per quanto non tassativamente previsto dal presente documento, ed in quanto ad esso non contraddicendo, si intendono applicabili all'appalto tutte le normative tecniche vigenti anche se non espressamente qui richiamate.

## **2.5 IMPIANTI TERMOMECCANICI**

### **2.5.1 Generalità**

Si definisce impianto termomeccanico l'insieme di componenti e materiali necessari alla produzione di acqua calda, che dovrà rispondere nel suo insieme e nei componenti, alle norme vigenti ed eventualmente emanate prima dell'inizio dei lavori.

Tutti i materiali isolanti impiegati per tubazioni convoglianti fluidi caldi, dovranno essere conformi come caratteristiche e spessore all'allegato B del D.P.R. 412 del 26.08.93 e s.m. e i.; tale rispondenza (conduttività termica, stabilità dimensionale, comportamento al fuoco etc.) dovrà essere idoneamente documentata mediante certificati di accertamento in laboratori autorizzati, che la Ditta dovrà fornire alla D.L. prima dell'inizio dei lavori.

In ogni caso dovrà essere garantito il rispetto delle prescrizioni:

- acustiche: nell'esecuzione dell'impianto si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per evitare vibrazioni e rumori che possano arrecare disturbo o comunque alterare il livello di comfort sia interno che nei confronti dell'ambiente esterno; per il controllo della rumorosità si adotteranno le vigenti normative;
- di sicurezza: gli impianti, in ogni loro parte e nel loro insieme, non dovranno in alcun modo causare danni e disagi alle persone e danni o deterioramenti all'edificio;
- d'uso: tutti gli elementi di controllo e regolazione dell'impianto dovranno essere di facile agibilità e non presentare complessità di manovra;
- di conservazione: i macchinari, le apparecchiature, gli accessori, il valvolame, le tubazioni, le coibentazioni etc., dovranno essere garantiti per almeno 15 anni ed essere tali da consentire una facile manutenzione e sostituzione.

Prima dell'inizio dei lavori, per la preventiva approvazione da parte della D.L., l'appaltatore dovrà presentare il campionario di condutture, valvolame, apparecchiature, accessori vari, e di tutto quanto intende impiegare nell'esecuzione

dell'impianto che la D.L. ritenesse necessario, nonché dépliant illustrativi e manuali tecnici dei tipi e delle caratteristiche delle apparecchiature di produzione calore, accumulo, trattamento fumi, etc. e relativa accessoristica di cui prevede l'utilizzo; la D.L., verificata la rispondenza dei materiali e dei componenti alle caratteristiche richieste dal presente Capitolato, e dal relativo elenco descrittivo delle voci, potrà accettarle o meno e richiederne quindi altri in alternativa.

Resta esplicitamente inteso che la presentazione dei campioni non esonera l'Impresa dall'obbligo di sostituire, ad ogni richiesta, quei materiali che, pur essendo conformi ai campioni stessi, non risultino corrispondenti alle prescrizioni di Capitolato o presentino difetti.

Il campionario potrà essere ritirato dall'appaltatore dopo le opportune verifiche e preliminari dell'impianto.

### **2.5.2 Spese e oneri a carico dell'Appaltatore**

Sono a carico dell'Impresa tutti gli oneri elencati di seguito, compresi gli oneri indicati nei prezzi riportati in Elenco, esonerandosi la Stazione Appaltante e la D.L. da ogni inerente responsabilità civile e penale; oneri di cui deve essere tenuto conto nei prezzi da formulare in Elenco:

- consegna a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti per la costruzione degli impianti, franco di ogni spesa di imballaggio, di trasporti di qualsiasi genere, etc. comprendendosi nella consegna, non solo lo scarico, ma anche il magazzinaggio ed il deposito provvisorio dei materiali stessi, in attesa della posa in opera e lo smaltimento di imballaggi, intelaiature di protezione;
- trasporto dei materiali dai depositi ai luoghi di posa in opera, compresi gli attrezzi di sollevamento ed ogni manovalanza occorrente per il trasporto dei materiali sul luogo d'impiego, in qualunque punto dell'edificio ed a qualunque altezza esso si trovi;
- montaggio del macchinario, degli apparecchi, delle tubazioni e di tutto quanto è inerente agli impianti, per la posa in opera degli impianti stessi;
- tiri verticali a livello di posa, il trasporto entro il cantiere di qualunque genere di materiale, ponteggi, le scale e quanto occorrente alla posa in opera dei materiali facenti parte dei magisteri;

- fornitura e posa in opera di tutte le opere di carpenteria necessarie agli impianti, quali staffe, supporti, collari, bulloni per il sostegno di tubazioni, apparecchiature e macchinari;
- fornitura e posa in opera di collari, selle e guaine per garantire adeguata dilatazione delle tubazioni e la conseguente assenza di rotture e deformazioni;
- fornitura e posa in opera di tutti gli accessori necessari a garantire l'assenza di trasmissione di vibrazioni e rumorosità degli impianti comprendenti piedini di appoggio, interposizione di guaine/cuscinetti tra apparecchiature/reti e relativi appoggi;
- fornitura e posa di targhette metalliche di dimensioni adeguate su tutte le componenti termoidrauliche dell'impianto (valvole, pompe, caldaie e loro componenti, tubazioni e ogni altro componente); su tali targhette dovrà essere indicato:
  - nome componente;
  - circuito di appartenenza;
  - funzione del componente;
  - caratteristiche tecniche del componente (potenza termica, elettrica, etc.);
- provvisorio smontaggio e rimontaggio degli apparecchi e di altre parti dell'impianto, eventuale trasporto di essi in magazzini temporanei per proteggerli da deterioramenti di cantiere e dalle offese che potrebbero arrecarvi lavori di coloritura, verniciatura, ripresa di intonaci, etc., e successiva nuova posa in opera, tutte le volte che occorra, a giudizio insindacabile della D.L. e della Committenza;
- protezione mediante fasciature, coperture, etc., degli apparecchi e di tutte quelle parti degli impianti per le quali non è agevole la toltà d'opera, per difenderli da rotture, guasti, manomissioni etc., in modo che a lavoro ultimato il materiale sia consegnato come nuovo;
- costruzione dei magazzini provvisori per il deposito di apparecchiature, materiale e mezzi di opera necessari all'esecuzione dell'appalto nonché la successiva demolizione e l'allontanamento dei materiali di risulta non appena ultimati i lavori. Solo quando a giudizio insindacabile della D.L. siano disponibili locali della Committente da adibire a magazzini, la Ditta sarà esonerata dalla loro costruzione. Resta peraltro a carico della Ditta, l'onere di approntare e porre in opera efficaci chiusure nonché quello di sgombrare i locali stessi ogni qualvolta ordinato dalla D.L. e comunque all'ultimazione delle opere;

- smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature che possano compromettere, a giudizio insindacabile della D.L., la buona riuscita di altri lavori in corso;
- ponti di servizio, trabatelli ed ogni altra opera provvisoria;
- sgombero, subito dopo l'ultimazione dell'impianto, dello spazio assegnato dalla Direzione e del quale la Ditta assuntrice si è servita durante l'esecuzione dei lavori per cantiere di deposito dei propri materiali ed attrezzi, provvedendo alla custodia e sorveglianza di questi nel modo da essa ritenuto più opportuno e tenendo sollevata l'Amministrazione da qualunque responsabilità in merito.

Per gli impianti elettrici viene richiesta la fornitura e l'applicazione di targhette metalliche e/o fascette alfanumeriche con l'indicazione di ogni circuito.

- verniciatura con due mani di prodotto antiruggine ed una mano a finire delle eventuali parti metalliche (colore a scelta della D.L.) inerenti le installazioni sia in vista sia incassate;
- riprese delle zincature a caldo deteriorate in fase di montaggio;
- verniciatura dei quadri con vernici epossidiche a forno, con sottofondo di preparazione corrente secondo le classificazioni internazionali ed a seguito di benestare della D.L.;
- fornitura all'interno di ogni quadro di apposita tasca atta al contenimento degli schemi relativi;
- manutenzione gratuita di tutte le opere eseguite fino al loro collaudo. L'Appaltatore risponderà direttamente ed in ogni caso, tanto verso il Committente, quanto verso gli operai ed i terzi, di tutti i danni alle persone o alle cose in dipendenza dei lavori;
- pulizia giornaliera dei luoghi di lavoro, lo sgombero, a lavoro ultimato, delle attrezzature e dei materiali residui;
- garanzia di tutti i materiali, della loro corretta posa in opera e del regolare funzionamento dell'impianto
- sorveglianza degli impianti eseguiti onde evitare danni o manomissioni da parte di operai di altre Ditte che debbano eseguire i lavori affidati alle medesime nei locali in cui detti impianti sono stati eseguiti, tenendo sollevato il Committente da qualsiasi responsabilità o controversia in merito;
- addestramento del personale incaricato della sorveglianza e della gestione degli impianti, che verrà indicato dal Committente, cui trasmettere le modalità d'uso dell'apparecchiatura; tale periodo avrà una durata minima di 3 mesi;

- messa a disposizione della D.L. degli apparecchi e degli strumenti di controllo e della necessaria manodopera per le misure e le verifiche in corso d'opera e in fase di collaudo dei lavori eseguiti;
- spese per i collaudi provvisori e definitivi incluso energia elettrica;
- prove ed i collaudi che la D.L. ordini di far eseguire presso gli Istituti da essa incaricati, dei materiali impiegati o da impiegare nell'impianto; dei campioni da esaminare ed esaminati può essere ordinata la conservazione nell'ufficio dirigente, munendoli di suggelli a firma del Direttore dei Lavori e del responsabile della Ditta Assuntrice nei modi atti a garantirne l'autenticità;
- eventuale campionatura di materiali e di apparecchiature, a richiesta della D.L.;
- fornitura in prima dei precollaudi, di un fascicolo contenente tutte le istruzioni necessarie per la corretta conduzione e la ordinata manutenzione degli impianti;
- obbligo di controllare sul posto durante lo svolgimento dell'opera le misure delle strutture e predisposizioni edili a mezzo di tecnici specializzati. A tale proposito si precisa che la Ditta Assuntrice dovrà esaminare i disegni delle opere civili e delle strutture e sarà responsabile di controllare e/o definire in tempo utile le interferenze e gli interventi sulle stesse (come passaggi, cavedi, etc.) necessari per gli impianti, dandone comunicazione mediante disegni alla D.L. ed all'impresa delle opere civili. Dovrà inoltre fornire tutti i disegni completi attinenti le opere murarie di qualsiasi genere e tipo inerenti l'appalto;
- personale di cantiere adatto ed abile, pratico e bene accetto alla D.L.; tale personale dovrà, a semplice richiesta della D.L., poter essere allontanato o sostituito;
- presenza ed assistenza di un tecnico qualificato ai collaudi degli impianti tecnologici; nella stessa sede verranno collaudati anche gli impianti elettrici relativi;
- assistenza alla conduzione degli impianti fino al collaudo definitivo favorevole, per consentire al Committente di costituire una propria squadra di conduzione e manutenzione;
- tutti gli adempimenti e le spese nei confronti di Enti ed Associazioni tecniche aventi il compito di esercitare controlli di qualsiasi genere;
- certificati di collaudo dei quadri elettrici ai sensi della normativa vigente;
- predisposizione della documentazione per l'inoltro all'ISPESL relativo ad ampliamento di impianto a pressione con liquidi caldi;

- dichiarazione di conformità degli impianti alla regola dell'arte, ai sensi della LN 46/90 e relativi decreti di attuazione (DPR 447/91 e DPR 392/94); la dichiarazione di conformità completa dei relativi allegati richiesti; tale dichiarazione dovrà essere resa su modulo conforme al facsimile di cui al DM 20 febbraio 1992; copia della dichiarazione di conformità dovrà essere inviata alla Commissione di Vigilanza competente;
- esecuzione e fornitura di fotografie, in numero, formato e qualità di esecuzione adeguate a permettere l'identificazione e la localizzazione di componenti fuori vista a termine della posa in opera, quali tubazioni, collegamenti etc.;
- eventuali spese di viaggio e trasporto per gli operai;
- spese per la Direzione e sorveglianza dei lavori relativi agli impianti, da parte dell'Impresa;
- osservanza delle disposizioni di legge sull'assunzione della mano d'opera, quali tutti gli obblighi inerenti alle opere di previdenza, assistenza, di assicurazioni sociali e di tutela sindacale degli operai, in relazione alle disposizioni di legge e regolamenti vigenti e di quelli che venissero emanati in corso d'appalto, gli oneri relativi alle assicurazioni per invalidità, vecchiaia, disoccupazione involontaria, tubercolosi, malattie, etc. nonché l'assicurazione obbligatoria degli invalidi di guerra, combattenti, reduci partigiani ed internati ed a tutte le altre disposizioni o contratti collettivi di lavoro vigenti o che venissero emanati e posti in vigore all'atto dell'appalto;
- adozione nell'esecuzione dei lavori delle procedure e delle cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danno alle proprietà pubbliche o private. Ogni più ampia responsabilità, in caso di infortuni, ricadrà pertanto sull'Appaltatore restando sollevato il Committente, nonché il personale dallo stesso preposto alla Direzione e Sorveglianza dei Lavori da ogni responsabilità;
- tutte le spese di contratto, inerenti e conseguenti, nonché quelle per copie di documenti e disegni che debbono essere consegnati all'Appaltatore stesso; tutte le spese in bollo inerenti agli atti per la gestione del lavoro;
- permesso di accedere nei locali in cui si esegue l'impianto agli operai di altre ditte che vi debbono eseguire i lavori affidati alle medesime e la relativa sorveglianza per evitare danni o manomissioni ai propri materiali ed alle proprie opere, tenendo sollevata l'Amministrazione da qualsiasi responsabilità al riguardo;

- risarcimenti degli eventuali danni che, in dipendenza dal modo di esecuzione dei lavori, fossero arrecati a proprietà pubbliche o private ed a persone, restando liberi ed indenni, il Committente, il suo personale e la Direzione dei Lavori da ogni responsabilità;
- l'appaltatore risponde della scelta e dell'utilizzo di apparecchiature brevettate ed esonera la stazione appaltante da qualunque tipo di reclamo in relazione all'utilizzo di dette apparecchiature.

## **2.6 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO NOMINALI**

Ai fini della definizione dei requisiti prestazionali, si definiscono nominali le seguenti condizioni di funzionamento e alimentazione:

- temperatura in sala caldaie: 20°C;
- temperatura ambientale esterna media annua: 8,7°C;
- altitudine di riferimento: 1001 m s.l.m.;
- umidità aria esterna: 40%;
- cippato:
  - o potere calorifico inferiore: 2,3 kWh/kg;
  - o contenuto d'acqua in % sul peso umido, sigla w: 50 % (50% umidità relativa, cioè sul peso secco);
  - o pezzatura del cippato: da g30 a g100;
  - o composizione: legno, scarto di segheria;
  - o Potenza nominale: potenza di targa.

## **2.7 OGGETTO DELLA FORNITURA**

### **2.7.1 Tubazioni e componenti idraulici**

I materiali impiegati dovranno essere conformi a quanto previsto dai disegni di progetto, dal relativo elenco descrittivo delle voci e ad eventuali disposizioni emanate dalla D.L. all'atto esecutivo.

In particolare le tubazioni nere dovranno essere del tipo Mannesmann SS, serie media secondo tabella UNI 8863 o equivalenti, accompagnate da attestato di conformità alla citata norma; dovranno essere installate in modo da uniformarsi alle condizioni del fabbricato così da non interferire con le apparecchiature installate per altri impianti, tenendo conto dei giunti di dilatazione del fabbricato e delle dilatazioni proprie.

Le tubazioni saranno supportate con staffe, mensole e bracciali realizzati in profilato di acciaio ed ancorati alle strutture del fabbricato (muri, pavimenti, soffitto, etc.) in modo da consentire l'esatto posizionamento, il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, la libera dilatazione.

Nessuno sforzo o tensione dovrà essere trasmessa alle varie apparecchiature installate. I punti bassi delle tubazioni saranno dotati di rubinetto a sfera con portagomma e tappo per consentire un facile drenaggio, i punti alti di rubinetti a sfera con valvole automatiche di sfiato.

Tutte le tubazioni e gli staffaggi saranno protetti con doppia mano di verniciatura antiruggine di colore diverso.

Nell'attraversamento di pavimenti, muri, soffitti, etc., per quanto possibile, dovranno essere installati spezzoni di tubo zincato o PVC aventi un diametro sufficiente alla messa in opera delle tubazioni e del relativo isolamento; per le tubazioni che dovranno passare il pavimento, lo spezzone dovrà sporgere 5 cm sopra la quota del pavimento finito. Nel montaggio delle tubazioni si dovrà aver cura di realizzare le opportune pendenze minime in modo da favorire l'uscita dell'aria dagli sfiati e lo scarico delle reti attraverso idonei rubinetti di scarico.

I giunti saldati tra tubo e tubo e tra tubi e raccordi dovranno essere eseguiti a regola d'arte previa accurata pulizia e successiva saldatura della larghezza minima di 2,5 volte lo spessore dei tubi da saldarsi.

I lavori di saldatura verranno eseguiti mediante saldatura elettrica con un minimo di due passate.

I saldatori dovranno essere qualificati, secondo le norme ASME-UNI, o dall'Istituto Italiano della Saldatura o da altri enti qualificati, purché preventivamente accettati dalla D.L. (es. UNI 4633 per saldatura elettrica).

Ciascun saldatore, adibito a lavori di prefabbricazione o di montaggio di tubazioni, dovrà essere munito ed avere sempre con sé un apposito tesserino in cui sia riportato quanto segue:

- generalità;
- materiali di apporto per cui la qualifica è valida;
- campo di spessori;

- nome dell'impresa cui appartiene;
- firma di un incaricato dell'Appaltatore;
- firma del saldatore.

Ogni saldatura sarà punzonata dal saldatore per il riconoscimento.

Le saldature saranno esaminate dalla D.L. che ha facoltà di rifiutarle a suo insindacabile giudizio.

Non saranno accettati giunti con saldatura ossiacetilenica.

Durante le operazioni di saldatura, il rivestimento isolante esterno delle tubazioni dovrà essere idoneamente protetto con schermi per evitarne danneggiamenti.

Altri tipi di tubazioni previsti in progetto (rame, polietilene, multistrato etc., altri polimeri tecnici) dovranno garantire le caratteristiche richieste ed essere posati con tutti gli accorgimenti necessari per dare il lavoro finito a regola d'arte.

### **2.7.2 Isolamento termico**

La realizzazione dell'isolamento termico delle tubazioni e componenti termoidraulici dell'impianto idraulico consiste nella fornitura e posa di materiale termoisolante.

L'isolamento termico dovrà essere eseguito in conformità alla normativa vigente, adatto per temperature del fluido variabili tra 0 e 150°C. Il coefficiente di conducibilità termica a 40 °C ed il coefficiente di trasmissione del vapore d'acqua saranno documentati con certificati di istituti autorizzati.

L'isolamento delle tubazioni in opera sarà realizzato in coppelle di lana di vetro, complete di pezzi speciali presagomati, finitura superficiale in lamierino di alluminio dello spessore minimo di 6/10 mm., calandrato e ribordato, con giunzioni longitudinali e trasversali fissate con viti autofilettanti.

In particolari situazioni, precedentemente concordate con la DL, l'isolamento termico potrà essere eseguito con:

- isolamento termico delle valvole di regolazione, intercettazione, filtri ed accessori idraulici realizzato con una scatola smontabile costituita da un involucro in lamierino di alluminio da 6/10 mm. a cui è fissata una coppella di lana di vetro opportunamente sagomata. La scatola sarà composta di due metà di facile smontaggio chiuse con ganci metallici fissati con viti o rivetti;

- isolamento termico degli scambiatori di calore realizzato con lastre di poliuretano espanso e finitura superficiale in pellicola di alluminio gofrato. Il pannello di testa sarà realizzato in più parti e opportunamente forato per consentire il passaggio delle tubazioni. I pannelli superiori e laterali saranno di facile smontaggio e chiusi tra loro con ganci ed angolari in profilato di alluminio fissati con viti.

L'isolamento termico delle tubazioni potrà essere realizzato con coppelle ed accessori (curve, pezzi speciali, T di derivazione) di lana di vetro, trattata con legante a base di resine termoindurenti, ad alta densità (60 Kg/mc.), Classe 0 di reazione al fuoco.

Lo spessore minimo dell'isolante termico è riportato nella seguente tabella per valori di uguali a 0,036 W/m°C.

### **2.7.3 Apparecchiature di centrale**

Nella fornitura, posa in opera, collegamento e messa in servizio delle apparecchiature di centrale sono da considerarsi compresi tutti gli accorgimenti e dispositivi necessari ai fini della sicurezza del personale, delle apparecchiature e degli impianti, eventualmente anche richiesti dalle autorità, previsti da leggi o altre prescrizioni applicabili all'oggetto dell'appalto.

Tutte le componenti dell'impianto di seguito descritte dovranno essere fornite complete per l'esercizio incondizionato, in automatico e con controllo a distanza dell'impianto.

I cablaggi interni ed esterni di tutti i trasduttori, interruttori e simili, compresi tutti i sistemi e gli accessori per la posa, morsettiere di appoggio intermedie, canali per cavi, materiali di fissaggio e i relativi oneri di montaggio e installazione sono da intendersi compresi ed onere dell'appaltatore.

Tutte le Norme e prescrizioni tecniche applicabili sono da osservare nella costruzione dell'impianto, componenti dell'impianto e materiali impiegati.

La progettazione di dettaglio e i calcoli devono tenere conto di tutte le possibili condizioni di esercizio, avviamento e fermata dell'impianto, nonché degli aspetti di sicurezza e antinfortunistici. Gli aspetti di sicurezza e di prevenzione degli infortuni hanno prevalenza sugli altri aspetti progettuali.

Tutti i dispositivi di sicurezza devono essere certificati ISPESL.

La posizione degli organi di intercettazione deve essere univocamente riconoscibile dall'esterno.

## **2.7.4 Impianti a biomassa**

### *2.7.4.1 Camere di combustione*

La camera di combustione sarà di tipologia compatta, adiabatica, eseguita in acciaio al carbonio di adeguata resistenza termomeccanica; esternamente sarà isolata con mantello multistrato (doppio strato di lana minerale, lamiera, intercapedine e pannelli) di elevata resistenza termica, internamente rivestito in materiale refrattario in multistrati garantendo alte temperature di combustione; la zona di alimentazione dovrà essere dal basso verso l'alto (vedasi *layout*). Il ricircolo dei fumi lavorerà in funzione della temperatura in camera di combustione; a tale scopo verrà installata una serie di elettroventilatori centrifughi di spinta delle arie primarie e secondarie in esecuzione direttamente accoppiata, azionate con convertitore statico di frequenza: più in particolare verranno installati ventilatori di aria primaria e ventilatori di alimentazione aria secondaria; La porta della camera di combustione sarà rivestita con refrattario e dotata di microinterruttore per l'arresto dei ventilatori e del sistema di alimentazione, ciò per consentire anche eventuale ispezione della camera. L'estrazione delle ceneri, degli inerti e delle impurità introdotti con il combustibile nel focolare, dovrà avvenire attraverso una griglia di combustione integrata, sotto la quale si dovrà installare opportuna coclea per l'asportazione della cenere verso l'esterno in contenitore idoneo. Il dimensionamento dovrà essere tale da consentire un corretto funzionamento con contenuto di umidità del combustibile fino al 50% sul peso bagnato e tale da garantire, nelle medesime condizioni, le potenze rese nette dalle caldaie e degli economizzatori.

### *2.7.4.2 Caldaia ad acqua calda*

La caldaia a recupero di calore ad acqua calda sarà collegata al focolare a biomassa descritto in precedenza e comprenderà essenzialmente un corpo caldaia per trasferimento di calore da prodotti della combustione all'acqua calda in esecuzione ad almeno tre giri di fumo a circolazione forzata sul lato acqua; i tubi saranno del tipo privo di saldature. Le ispezioni saranno secondo normativa vigente per il controllo e la pulizia dei settori critici del corpo caldaia sul lato acqua, coibentazione raccordata a quella del focolare, portelli di ispezione e pulizia nel mantello del corpo caldaia. Nei tubi della

caldaia saranno inseriti dei turbolatori per migliorare il passaggio di calore dei gas di scarico verso l'acqua della caldaia e facilitano la pulizia dei tubi fumari.

La caldaia disporrà inoltre di sistema di sicurezza integrato nel corpo caldaia stesso per assicurare lo smaltimento della potenza termica in condizioni di stagnazione (assenza circolazione sul lato acqua) e prevenire in qualsiasi condizione di esercizio incontrollati incrementi di temperatura. Essa comprenderà una valvola termostatica autoazionata (azione di apertura al crescere della temperatura) ed uno scambiatore di calore a fascio tubiero alimentato da acqua di raffreddamento (15 / 35 °C pressione nominale 6 bar - acqua caldaia max 110 °C).

Saranno poi installati sistemi di controllo, misura e regolazione, comprendenti: regolatore di temperatura, limitatore di temperatura, pozzetti ad immersione completi di sonde per la misura delle temperature fumi ed acqua di mandata e ritorno, strumenti per la misura della pressione dell'acqua, omologazione di ente qualificato.

Le temperature di esercizio mandata/ritorno saranno di 90°C - 80°C, mentre il tempo di esercizio prescritto minimo tra due pulizie manuali successive di 4000 h.

#### *2.7.4.3 Sistema di ricircolo fumi camera*

Il corretto funzionamento della camera di combustione richiederà la disponibilità di un sistema di ricircolo fumi, per il controllo della temperatura della camera di combustione.

#### *2.7.4.4 Pulizia corpo caldaia*

la pulizia della parte interna dei tubi da fumo avviene tramite getto intenso di aria compressa. In tal modo si puliscono i tubi ad alta velocità da particelle di cenere che si depositano durante l'esercizio. Successivamente la cenere soffiata viene trasportata dal multiciclone al contenitore delle ceneri; in tal modo si migliora sensibilmente il grado annuo di efficienza e si riduce la pulizia manuale dell'impianto.

#### *2.7.4.5 Ventilatori di spinta fumi*

La compensazione delle perdite di carico del percorso fumi, ovvero della camera di combustione, caldaia, economizzatori, preriscaldatori d'aria, canalizzazioni, trattamento fumi, etc., verrà affidato a ventilatori dimensionati con adeguato margine di riserva per fronteggiare sia imprevisti di cantiere, che possibili sovraccarichi. Questi ventilatori saranno tipo soffiatore radiale con motoriduttore e giunti di accoppiamento resistenti a temperature fino a 250°C per vettori carichi di polvere.

#### *2.7.4.6 Complesso di canalizzazioni fumi*

Le arie comburenti, primaria, secondaria ed i prodotti della combustione verranno convogliati e trasportati per mezzo di un complesso di elementi di raccordo tra i diversi componenti, dalla camera di combustione, alle caldaie, ai preriscaldatori, ai ventilatori fumi, fino al multiclone e al camino. Il complesso comprenderà essenzialmente canalizzazioni, curve, riduzioni, raccordi, giunti elastici antivibranti, pezzi speciali, coibentazioni, mensole ed ancoraggi; comprenderà altresì le serrande di taratura, intercettazione e regolazione, complete di servomotore di attuazione eventualmente necessarie.

L'esecuzione sarà in tubo di lamiera di acciaio di adeguata resistenza meccanica, termica e chimica con spessore minimo 4 mm, esecuzione saldata dei singoli elementi e a tenuta per mezzo di giunzioni frangiate, viti, bulloni e guarnizioni.

La finitura esterna ed in particolare delle zone interessate dalle saldature sarà verniciata contro la corrosione.

Il dimensionamento e profilatura dei tracciati saranno svolti per contenere entro limiti adeguati le perdite di carico.

Saranno previste:

- aperture di ispezione in numero e disposizione secondo necessità d'impianto (distanze, cambiamenti di direzione), tali da assicurare l'ispezionabilità e la pulizia di tutto lo sviluppo del percorso fumi;
- aperture per la misura delle grandezze fisiche necessarie (portate, temperature, pressioni) in numero e posizione (distanza da curve ed elementi che perturbano la corrente fluida) secondo necessità d'impianto.

#### *2.7.4.7 Multiclone*

Tipo depolverizzatore ceneri volatili accoppiato in parallelo con l'abbattitore ceneri multiclone, compresa estrazione polveri per la preseparazione delle polveri < 150 mg/Nm<sup>3</sup> a 11% O<sub>2</sub> (valore medio orario).

#### *2.7.4.8 Filtro a maniche*

Tipo 120 maniche per ottenere 93 m<sup>2</sup> di superficie filtrante, comprensivo di sistema di pulizia.

Funzionante sotto le seguenti specifiche:

umidità	20%	55%
Temperatura	190°C	180°C
Portata fumi	3646 m <sup>3</sup> /h	4998 m <sup>3</sup> /h

*Tabella 4 Requisiti di funzionamento*

#### *2.7.4.9 Sistema evacuazione ceneri*

Nella caldaia sarà installato un sistema di estrazione delle ceneri, dimensionato per combustibili ricchi di incombustibili, nonché per presenza di metalli e corpi estranei. Il sistema dovrà comprendere: il sistema di movimentazione manuale per il contenitore delle ceneri, binari compresi e il contenitore ceneri con porta sul fondo, da circa 0,8 m<sup>3</sup>.

#### *2.7.4.10 Camino*

Il processo terminerà con un camino collettivo per entrambe le caldaie, in esecuzione libera, di forma cilindrica verticale, vincolato ad apposito bicchiere di ancoraggio fornito in anticipo e poggiato su apposito basamento collegato al resto della struttura.

Camino tipo a doppia parete costruito in acciaio inossidabile di tipo austenitico di prima scelta, per caldaie pressurizzate e/o atmosferiche costituito da:

- camicia interna in acciaio inox AISI 316, con giunzione longitudinale saldata;
- coibentazione in lana minerale ad alta densità con spessore di 50 mm;
- camicia esterna in acciaio inox AISI 304, spessore 0,6 mm.

Il camino sarà fornito ad elementi modulari con connessioni del tipo a doppio bicchiere, predisposto per l'assorbimento delle dilatazioni termiche sul diametro interno e idoneo alla protezione dalle piogge sul diametro esterno; sistema di fissaggio tra gli elementi mediante fascetta a due gole a doppio effetto meccanico, serrate con bulloneria in acciaio inox.

Il camino sarà completo di accessori e dai pezzi speciali previsti dalle normative vigenti e dalla buona tecnica ivi compreso idonei mezzi di sostegno per il fissaggio del camino a parete e/o a traliccio o palo di sostegno.

#### *2.7.4.11 Telai di sostegno e carpenterie*

Tutte le apparecchiature descritte saranno complete di strutture di sostegno eseguite in profili di lamiera di acciaio pressopiegato e verniciata a caldo con colore secondo indicazioni della D.L., messa a terra eventualmente necessaria delle parti metalliche, esecuzione conforme a dimensionamento e calcolo statico da produrre in sede di fornitura.

Saranno inoltre forniti passerelle di servizio, scalette, pianerottoli, pedane, completi di grigliati pedonabili, corrimano regolamentari, piastre di ancoraggio, rinforzi e fazzoletti, esecuzione saldata e imbullonata, zincatura a caldo e verniciatura protettiva esterna con colore secondo indicazioni della D.L., messa a terra eventualmente necessaria delle parti metalliche, esecuzione conforme a dimensionamento e calcolo statico da produrre in sede di fornitura.

#### *2.7.4.12 Trattamenti superficiali e coibentazione degli apparecchi*

La coibentazione degli apparecchi (camere di combustione, caldaie, preriscaldatori) verrà eseguita in opera per mezzo di materasso di lana minerale spessore 200 mm, rivestito esternamente da lamiera in alluminio.

Le coibentazioni di apparecchi integrati, verranno raccordate ed integrate tra loro, escludendo qualsiasi soluzione di continuità.

Le lamiere di acciaio degli apparecchi di recupero verranno trattate con doppia mano di smalto resistente al calore a base di alluminio.

#### *2.7.4.13 Centraline idrauliche*

Le centraline idrauliche presenteranno con pompe e valvolame direttamente montati in posizione controllabile ed accessibile.

#### *2.7.4.14 Sistema di termoregolazione*

Il sistema di termoregolazione degli impianti tecnologici sarà sostanzialmente basato su:

- complesso di regolatori elettronici a microprocessore, liberamente programmabili, espandibili, scalabili, per installazione a quadro, completi di alimentatori, protezioni in ingresso, schede di comunicazione, schede di ingresso e uscita, classificate tra analogiche e digitali, inclusi i necessari dispositivi di disaccoppiamento, quali relè di interfaccia e/o convertitori di segnale; tempo di ciclo compatibile con le necessità di processo;

- apparecchiature di comunicazione bidirezionali da controllore a controllore via bus, nonché verso la rete LAN, con le necessarie sicurezze di continuità di servizio in caso di guasto di una apparecchiatura e di mancata propagazione del disservizio, consentendo al contrario funzionamento in modalità stand-alone;
- complesso di programmi per l'acquisizione, l'archiviazione, la gestione, la visualizzazione dei dati, in forma sinottica, diagrammata in funzione del tempo con scale impostabili a piacere, interrogazione di dati storici, etc., per mezzo di pagine grafiche allestite allo scopo e soggette ad approvazione da parte della D.L.;
- complesso di sonde e sensori, di tipo analogico o digitale, attivi o passivi, per la rilevazione di grandezze quali temperature, pressioni, flussi, livelli, concentrazioni, conducibilità, etc., inclusi convertitori di segnale;
- stazione di supervisione basata su PC di caratteristiche specificate nel computo metrico e comunque non inferiori ai più avanzati standard al momento dell'installazione ed implementazione del sistema.

Sarà richiesta la totale compatibilità di tutti i sistemi di termoregolazione, controllo e supervisione presenti sia in centrale, che sull'impianto remoto, incluse sottostazioni d'utenza della rete di teleriscaldamento e punti di misura remoti.

#### 2.7.4.15 *Requisiti prestazionali minimi*

Nella tabella seguente sono riassunti i requisiti prestazionale minimi dei componenti dell'impianto a biomassa. Il mancato rispetto di questi valori comporterà la non accettabilità della fornitura.

<b>Componente</b>	<b>Requisito</b>
Garanzie sull'intero impianto	2 anni
Caldaie	Le caldaie devono essere in grado di erogare la potenza prescritta nelle voci della presente tabella fino ad un valore di umidità del cippato del 50% rispetto al peso umido.
Caldaie	L'intervallo di tempo minimo tra due operazioni manuali di pulizia interna (che comporta il fermo macchina) deve essere pari ad almeno 4.000 ore equivalenti di funzionamento alla potenza nominale.
Potenza nominale prescritta complessiva misurata all'acqua	1000 kW

### **2.7.5 Impianto di trattamento acqua**

L'impianto di trattamento dell'acqua utilizzata negli impianti termoidraulici è composto da:

- addolcitore automatico completo di colonna in polipropilene rivestita in vetroresina, valvola automatica a 5 cicli completa di timer, valvola di non ritorno, by-pass automatico, rubinetti di controllo, filtro autopulente, miscelatore, pompa, serbatoio di plastica con valvola salamoia per la preparazione automatica della stessa, resina a scambio ionico, graniglia di quarzo, sali per rigenerazione resine, tubazioni di collegamento e scarico;
- gruppo riempimento automatico costituito da: corpo valvola, asta, otturatore e particolari interni in ottone; molla in acciaio; membrana e guarnizioni; sistema di riduzione automatica della pressione con pressione max. a monte di 10000 kPa e pressione ridotta regolabile da 30 a 400 kPa; valvola di ritegno per impedire che l'aumento della pressione nell'impianto o la riduzione di pressione nell'acquedotto provochino un ritorno di fluido nella rete idrica di alimentazione; manometro.

## **2.8 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI**

Le verifiche e prove preliminari dovranno essere eseguite dall'Appaltatore senza che questi abbia diritto ad alcun compenso di sorta e dovranno essere effettuate durante le esecuzioni delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Le verifiche e prove preliminari previste sono le seguenti:

- Verifica preliminare tesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente l'impianto, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle disposizioni contrattuali;
- prove di tenuta;
- prova di pressione;
- prove di dilatazione;
- verifica capacità vasi di espansione di assorbire dilatazioni;
- prove di riempimento, deaerazione, sfiato, spurgo;

- prova sicurezze (pressione, temperatura, flusso livello);
- verifica ed eventuale correzione strumenti di lettura con apparecchio campione di classe di precisione superiore;
- prova attuatori e settaggio eventuali finecorsa;
- prove funzionalità regolazione;
- controllo regolazioni (azioni dirette, inverse);
- impostazione dei valori di set di sicurezza, esercizio.

Le modalità di svolgimento delle prove sopra riportate saranno definite sulla base della normativa vigente, qualora non fosse applicabile alcuna normativa, le modalità stesse saranno definite dalla D.L. in contraddittorio con l'appaltatore.

Resta comunque esplicitamente inteso che, anche se l'esito di verifica delle prove preliminari sarà favorevole, l'Impresa rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo e fino al termine del periodo di garanzia.

Sono inoltre a carico dell'Appaltatore le prove che la D.L. ordini di fare eseguire, presso gli Istituti da essa incaricati, in caso di contestazioni dei materiali impiegati o da impiegarsi nell'impianto in relazione all'accettazione dei materiali stessi; potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, munendoli di suggelli a firma del D.L. e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

## **2.9 COLLAUDO TECNICO E GARANZIA DEGLI IMPIANTI**

Il collaudo e gli oneri per ogni tipo di assistenza sono a carico dell'Appaltatore senza che questi abbia diritto ad alcun compenso di sorta.

L'Impresa ha l'obbligo di garantire tutto l'impianto, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia per il regolare funzionamento fino al termine della seconda stagione invernale successiva al collaudo, con una durata minima di 24 mesi; pertanto, fino al termine di tale periodo, l'Appaltatore dovrà riparare, tempestivamente e a proprie spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero nell'impianto per effetto della non buona qualità dei materiali, per difetto di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non potranno attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza del personale che ne fa uso o a normale usura.

## **2.10 IMPIANTI ELETTRICI**

### **2.10.1 Scopo**

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, i modi di collaudo, di fornitura e d'offerta di impianti elettrici comprendenti uno o più dei seguenti impianti:

- distribuzione forza motrice;
- illuminazione interna e/o esterna;
- messa a terra.

### **2.10.2 Norme e Leggi Di Riferimento**

Per quanto non esplicitamente indicato nelle presenti specifiche, valgono le norme CEI.

In particolare, nella realizzazione dell'impianto devono essere rispettate le seguenti normative:

- per la distribuzione generale: normative emanate dal comitato tecnico n. 64 del CEI (Comitato Tecnico Impianti elettrici utilizzatori);
- per l'impianto d'antenna centralizzato: norme CEI 12-15 del 1977 e variante 1 del 1990 Antenna. Impianti centralizzati;
- per i quadri elettrici bt: norme CEI 17-13/1 del 1990 e 17-13/3 del 1992 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt);
- per i quadri elettrici MT: norme CEI 17-6 del 1990 e IEC 298 del 1992 Apparecchiature con involucro metallico per tensioni comprese tra 1 e 52.5 kV;
- per l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche: norme CEI 81-1 del 1995 Protezione di strutture contro i fulmini e IEC 1024-1 del 1990;
- per gli impianti telefonici: norme CEI 103-1/1 del 1990 103-1/13 del 1990 e 103-1/14 del 1990 Impianti telefonici interni.

Devono essere inoltre rispettate tutte le norme CEI che stabiliscono i requisiti elettrici, meccanici, fisici delle apparecchiature in genere (per la bassa tensione: apparecchi elettronici, trasformatori di isolamento, cavi, interruttori automatici, prese a spina, tubi protettivi, canali porta cavi, dispositivi di connessione, apparecchi ausiliari di comando,

apparecchi di illuminazione, contattori, avviatori, strumenti, cassette etc. per la MT: trasformatori di potenza, trasformatori di corrente, trasformatori di tensione, cavi, scaricatori, fusibili, interruttori, interruttori di manovra sezionatori, etc.).

Tutti i componenti elettrici utilizzati devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio equivalente CEE e se del caso di certificati di prova che attestino le performance elettriche dichiarate dal costruttore stesso. In assenza di marchio o di attestato rilasciato da organismo autorizzato ai sensi dell'art. 7 della L. 791/77, i componenti devono essere dichiarati conformi alle rispettive norme dal costruttore. E' allo scopo sufficiente che la conformità alla relativa norma sia dichiarata in catalogo o preferibilmente dalla marcatura CE apposta dal costruttore sul componente.

Tra i componenti e le apparecchiature disponibili sul mercato dovrà essere data preferenza a quelli fabbricati in unità produttive con sistema di qualità certificato secondo EN29001 (ISO 9001).

Le principali disposizioni legislative da rispettare sono:

- Legge 186/68 (disposizioni relative alla produzione ed installazione di materiale elettrico);
- Legge 46/90 e DPR 447/91 (norme per la sicurezza degli impianti).

Inoltre, a seconda della destinazione d'uso dell'immobile cui sono destinati gli impianti:

- a) dove sono previsti lavoratori dipendenti:
  - o DPR 547/55 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
  - o DM 12/09/1959 - Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro;
  - o D.LGS. 626/94 e successive modifiche - Attuazione direttive CEE riguardanti miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- b) Per edifici pubblici dove è regolamentato l'abbattimento delle barriere architettoniche:
  - o Legge 118/71 - Disposizioni a favore dei mutilati ed invalidi civili in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici;

- DPR 384/78 - Regolamento di attuazione dell'art. 27 della Legge 118/71 a favore dei mutilati ed invalidi civili in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici;
- c) per edifici privati dove è regolamentato l'abbattimento delle barriere architettoniche:
  - Legge 13/89 - Disposizioni per favorire il superamento delle barriere architettoniche negli edifici privati;
  - DM 236/89 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia pubblica sovvenzionata ed agevolata ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche;
  - Circolare n. 1669 del 22/06/1989 - Circolare esplicativa della Legge 13/89;
- d) Dove è previsto controllo da parte dei VV. F.:
  - Circolare M.I. n. 91 del 14/09/1961 - Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati in acciaio destinati ad uso civile;
  - Legge 818/84 - Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
  - DM 16/02/1982 - Modificazioni del Decreto Ministeriale 27/09/1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi;
  - DM 01/02/1986 - Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili;
  - DM n. 246 del 16/05/1987 - Norme di sicurezza antincendio per gli edifici di civile abitazione;
  - DMI del 26/08/1992 - Norme di prevenzione incendi nell'edilizia scolastica.

### **2.10.3 Opere elettriche da eseguirsi**

È prevista la fornitura e posa in opera entro il nuovo locale centrale a biomassa di un impianto comprensivo di quadro elettrico, canalizzazione e apparecchi illuminanti.

Verranno eseguite le linee elettriche dal quadro consegna al quadro generale e a partire dal quadro fino agli utilizzatori compreso l'impianto di messa a terra e le linee elettriche di collegamento al sistema. Tali cavi saranno separati rispetto ai cavi di segnale onde evitare disturbi.

#### **2.10.4 Qualità e provenienza dei materiali**

Tutti i materiali degli impianti devono essere della migliore qualità, lavorati a perfetta regola d'arte, e corrispondenti al servizio cui sono destinati.

Qualora la Direzione Lavori o il Committente rifiuti dei materiali, ancorché messi in opera, perché essa, a suo insindacabile giudizio, li ritiene per qualità, lavorazione o funzionamento non adatti alla perfetta riuscita degli impianti, e quindi non accettabili, la Ditta assuntrice deve, a sua cura e spese, allontanarli dal cantiere e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

Allo scopo di consentire una scelta uniforme delle marche dei componenti, l'approvazione dei materiali avverrà mediante procedura preliminare di sottomissione del campionario seguendo lo schema di "Foglio tecnico di sottomissione campionario" da predisporre inserendo tutti i dati di rilevanza.

#### **2.10.5 Oneri a carico della ditta**

La Ditta dovrà consegnare al Committente tutta la documentazione relativa ad apparecchiature, macchine, impianti come richiesto da norme e leggi in vigore (certificati, omologazioni, libretti, etc.).

Tutte le apparecchiature assimilabili a macchine, secondo la definizione della "Direttiva Macchine", devono essere conformi alle disposizioni contenute nella stessa.

Per la certificazione delle macchine che rientrano nell'allegato IV della direttiva, il costruttore dovrà ricorrere per la certificazione ad un organismo accreditato: per le nuove macchine escluse da tale elenco il costruttore dovrà:

- predisporre il fascicolo tecnico;
- sottoscrivere la dichiarazione di conformità;
- apporre la marcatura CE sulla macchina.

Tutti i componenti elettrici dovranno essere, ove possibile, provvisti del marchio di qualità (IMQ).

Tutte le documentazioni di cui sopra dovranno essere riunite in una raccolta, suddivisa per tipi di apparecchiature e componenti, e consegnata alla S.A. entro due mesi dall'ultimazione dei lavori.

È a carico della Ditta l'espletamento di tutte le pratiche dei vigili del fuoco (certificati di prevenzione incendi) e, se richiesto, dell'ENPI.

Tutte le pratiche dovranno essere inoltrate ed avviate bene in tempo, prima dell'ultimazione dei lavori.

Tutte le eventuali modifiche o aggiunte che dovessero essere fatte agli impianti per ottemperare alle prescrizioni degli enti preposti, o comunque per rendere gli impianti assolutamente conformi a tutte le normative su menzionate, saranno completamente a carico della Ditta, che, al riguardo, non potrà avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso, ma anzi dovrà provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine, anche se nel frattempo fosse già stato emesso il certificato di ultimazione dei lavori.

La Ditta dovrà fornire al Committente prima dell'arrivo dei materiali in cantiere, i disegni di montaggio e d'officina di tutte le apparecchiature (accettate preventivamente) che abbisognano di opere accessorie per la posa in opera, quali basamenti, collegamenti idraulici, inserimenti nelle strutture edili, etc., in modo da poter predisporre in tempo sufficiente tali opere per il completamento.

Si riterrà la Ditta impiantistica, responsabile per eventuale mancanza di tempestività nel fornire tale documentazione, se le prestazioni richieste ad altre Ditte dovessero subire delle maggiorazioni imputabili a quanto sopra.

Oltre a ciò, il più presto possibile o comunque subito dopo l'ultimazione dei lavori, la Ditta dovrà provvedere a quanto segue:

- consegnare al Committente tutte le documentazioni, riunite in una raccolta;
- consegnare al Committente tutti i nullaosta degli enti preposti (ISPESL, VV.F., etc.), il cui ottenimento è a carico della Ditta stessa, come detto al punto precedente;
- redigere i disegni definitivi finali degli impianti, così come sono stati realmente eseguiti, completi di piante, sezioni, schemi, etc. il tutto quotato, in modo da poter verificare in ogni momento le reti e gli impianti stessi. Di tali disegni la Ditta dovrà fornire al Committente, due copie complete;
- fornire al Committente in duplice copia una monografia sugli impianti eseguiti. Tale monografia dovrà essere raccolta in un volume adeguatamente rilegato intitolato "Manuale di manutenzione" ed organizzato in due parti: la parte prima

dovrà contenere informazioni sul "sistema" mentre la parte seconda dovrà fornire informazioni sugli equipaggiamenti. In particolare, la parte prima dovrà contenere tutte le informazioni utili sugli impianti eseguiti, con tutti i dati tecnici, dati di taratura, istruzioni per la messa in funzione ed il fermo dei vari impianti o apparecchiature e norme di manutenzione. La seconda parte dovrà contenere i dépliant illustrativi delle singole apparecchiature con le relative norme di installazione, messa in funzione, manutenzione e, per ogni macchina, un elenco dei pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di funzionamento di due anni.

Il Committente prenderà in consegna gli impianti solo dopo l'ultimazione e non appena la Ditta avrà ottemperato ai punti di cui sopra.

Il Committente si riserva la facoltà, una volta ultimati i lavori, di imporre alla Ditta la messa in funzione degli impianti, rimanendo però essa Ditta unica responsabile e con la totale conduzione e manutenzione, ordinaria e straordinaria in completo carico della Ditta stessa, fino all'espletamento di quanto esposto ai punti di cui sopra, cioè fino a quando il Committente potrà prendere in consegna gli impianti.

Restano esclusi dagli oneri della Ditta, in tale periodo, i soli consumi di energia e combustibile.

Il Committente non prenderà in consegna gli impianti se non dopo l'espletamento di quanto sopra e si riserva la facoltà, qualora la Ditta non ottemperi nel tempo prefissato, di imporre alla Ditta, scaduti i due mesi di cui si è detto, di avviare gli impianti, rimanendo però essa Ditta unica responsabile fino alla consegna (che potrà avvenire comunque solo dopo consegnata la documentazione di cui si è detto), e con la totale manutenzione, ordinaria e straordinaria, a suo completo carico, sempre fino alla consegna, con esclusione dei soli consumi di energia.

Si rammenta che la garanzia biennale sui lavori decorrerà a partire dalla data della consegna ufficiale.

#### **2.10.6 Verifiche e prove preliminari**

Si intendono tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, comprese le prove prima delle finiture, la taratura dei relè di protezione,

la verifica del senso ciclico delle fasi, etc., il funzionamento di tutte le apparecchiature alle condizioni previste.

Le verifiche saranno eseguite in contraddittorio con la Ditta e verbalizzate. I risultati delle prove saranno inoltre riportati succintamente nel verbale di collaudo provvisorio.

Sarà eseguita una verifica intesa ad accertare che il montaggio di tutti i componenti, apparecchi, etc., sia stato accuratamente eseguito e che il funzionamento di ciascuna parte in ogni singolo apparecchio o componente sia regolare e corrispondente ai dati di progetto.

### **2.10.7      Annotazioni**

Non tutti i componenti e/o le apparecchiature descritte nelle sezioni tecniche fanno parte degli impianti descritti nel progetto e ciò perché alcune descrizioni si ritengono possano servire per eventuali opere in variante.

Inoltre, per alcune parti di impianto (es. quadri di bassa tensione o celle di media tensione) sono state predisposte apposite specifiche tecniche alle quali si rinvia per ogni dettaglio.

Tutti gli impianti forniti dovranno essere funzionali e funzionanti e quindi comprensivi di tutti gli oneri previsti o prevedibili, anche se non espressamente indicati, necessari all'impianto in opera funzionante a perfetta regola d'arte.

Gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente capitolato, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Ad esempio, le tubazioni sottotraccia dovranno seguire percorsi orizzontali o verticali, e così via.

Tutto quanto sopra sarà ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

Gli impianti dovranno essere realizzati il più possibile in conformità al progetto: la Ditta, nell'esecuzione, non dovrà apportare di propria iniziativa alcuna modifica, rispetto al progetto (cioè per quanto riguarda dimensioni e/o tracciati di condutture o altro) se non dettata da inconfutabili esigenze tecniche e/o di cantiere, e comunque sempre previa approvazione scritta della Direzione Lavori o del Committente.

Qualora la Ditta avesse eseguito delle modifiche senza la prescritta approvazione, è in facoltà della Direzione Lavori ordinarne la demolizione ed il rifacimento secondo progetto, e ciò a completa cura e spese della Ditta.

#### **2.10.8 Fornitura e distribuzione dell'energia elettrica**

La potenza impegnata prevedibile è fissata con riferimento alle seguenti indicazioni a carattere orientativo di larga massima:

Illuminazione

- 8 W/mq per le aree ad uso generico illuminate con lampade fluorescenti;
- 35 W/mq per le aree ad uso generico illuminate con lampade alogene o ad incandescenza;
- 15 W/mq per illuminazione industriale a 300 lx con lampade fluorescenti o a scarica.

Forza motrice

- 50 W/mq per le aree destinate a opificio.

Alla potenza risultante è applicato un opportuno coefficiente di contemporaneità (non tutte le utenze funzionano contemporaneamente), un coefficiente di utilizzazione (non tutte le utenze vengono usate alla massima potenza) un coefficiente di ampliamento (per tenere conto di eventuali sviluppi futuri).

In funzione della potenza necessaria e della disponibilità locale dell'ente distributore la fornitura può essere in bassa o media tensione.

#### **2.10.9 Conduitture**

I cavi per energia devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 1.5 mm<sup>2</sup> e isolamento idoneo alle condizioni di posa.

A seconda dei casi, i cavi possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

- senza guaina: H07V-K, N07V-K;
- con guaina: FROR 450/750 V, FG7R 0.6/1 kV, FG7OR 0.6/1 kV, N1VV-K.

All'esterno e per impianti interrati devono utilizzarsi cavi FG7R 0.6/1 kV, FG7OR 0.6/1 kV.

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mm<sup>2</sup> e isolamento idoneo alle condizioni di posa. A seconda dei casi, oltre che fra i cavi per energia, i cavi per i circuiti di comando e segnalazione possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma):

- senza guaina: H05V-K;
- con guaina: FROR 300/500 V.

Il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e/o equipotenziali; l'azzurro per il neutro. Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti. Tutti i cavi devono essere isolati per la tensione massima tra i conduttori posati nello stesso tubo o canale. Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di posa (al più può essere omessa la protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione impianti di illuminazione anche se sempre auspicata). Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%. I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da tubi metallici, condotti o cunicoli. Le tubazioni interrate devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni dotate di robusti chiusini specie per le aree carrabili. Sulle passerelle possono essere posati solamente cavi con guaina. Le condutture relative a impianti telefonici, segnali TV, circuiti SELV o PELV, vanno tenute tra loro distinte. Le condutture non devono essere posate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi o vapori. Ogni conduttura, nell'attraversare pareti o solai di compartimentazione al fuoco non deve modificarne le caratteristiche in termini di REI.

#### **2.10.10 Cavi**

Cavi tipo fg7r 0.6/1kv - fg7or 0.6/1kv per tensioni di esercizio fino 1 kV.

Saranno conformi costruttivamente alle norme CEI 20.11/68 -V2/72 - V3/72 - V4/77 - V5/79 - V6/87; 20.21/88; 20.27/79 - V1/87; 20.19/84 - V1/87 - V2/89; 20.34/85 -

V1/88 - 20.19/84 e successive varianti e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ). Saranno essenzialmente costituiti da:

- conduttore: il conduttore (da 1\*4) sarà formato da corde flessibili o da fili a resistenza ohmica secondo le prescrizioni CEI 20.29/80 -V1/88, classe 2;
- isolante: per l'isolamento delle singole anime sarà impiegata una composizione a base di EPR (etilene-propilene) di qualità G7 ad elevate caratteristiche meccaniche ed elettriche (CEI 20.13/84 -V1/89). Avrà elevata resistenza all'invecchiamento termico, al fenomeno delle scariche parziali e all'Azoto che consentirà maggior temperatura di esercizio dei conduttori;
- isolamento intermedio: sull'insieme delle anime dei cavi multipolari, sarà predisposto un riempitivo non igroscopico;
- distinzione dei cavi a più anime: la distinzione delle anime dovrà essere eseguita secondo le tabelle UNEL 00722-78 per cavi di tipo "5" (senza conduttore di protezione) e così suddivisa:
  - o bipolari: blu chiaro, nero;
  - o tripolari: blu chiaro, nero, marrone;
  - o quadripolari: blu chiaro, nero, marrone, nero (per questa formazione si dovrà provvedere a distinguere una delle due anime nere con nastratura di diverso colore);
  - o unipolari: nero (ogni singola anima dovrà essere distinta con nastratura di differente colore come per la formazione quadripolare);
- protezione esterna: la guaina protettiva esterna sarà costituita da una speciale miscela in PVC con colorazione grigia secondo Tabelle UNEL 00721-69 del tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione di gas corrosivi secondo CEI 20.19/84; 20.22/87; 20.38/87;
- installazione: per quanto concerne il tipo di posa, raggi di curvatura, temperatura di posa, etc., si dovranno seguire scrupolosamente le prescrizioni imposte dalle normative che ne regolano la materia, nonché le raccomandazioni da parte delle Case Costruttrici 20.19/84; 20.22/87; 20.38/87. L'attestazione ai poli delle apparecchiature di sezionamento o interruzione sarà effettuata a mezzo capicorda a pinzare con pinzatrice idraulica in modo che il contatto tra conduttore e capicorda sia il più sicuro possibile;
- definizione della sigla:
  - o F = a corda flessibile rotonda;

- G7 = tipo di isolante (EPR);
- O = formazione multipolare-anime cordate;
- 0.6/1 kV tensione di prova espressa in kV a frequenza industriale su pezzatura.

Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta del Committente o della D.L.

### **2.10.11 Sistemi di posa**

I tubi protettivi flessibili o rigidi in materiale isolante posati sotto i pavimenti devono essere di tipo pesante. I tubi di tipo leggero possono essere utilizzati sottotraccia a parete o a soffitto oppure posati nel controsoffitto. Per la posa in vista fino a 2,5 m di altezza si devono utilizzare tubi pesanti. I tubi flessibili devono essere conformi alle norme CEI 23-14. I tubi rigidi devono essere conformi alle norme CEI 23-8. Si devono utilizzare tubi metallici quando siano prevedibili violenti urti. Per evitare correnti indotte, tutti i conduttori unipolari relativi allo stesso circuito devono appartenere al medesimo tubo metallico. I tubi protettivi metallici ed i loro accessori devono essere conformi alla norma EN 50086. Il raggio di curvatura dei tubi non deve essere inferiore a 3 volte il diametro esterno dei tubi stessi.

Sui disegni di progetto devono essere riportati, in corrispondenza ai tracciati dei percorsi indicati per le varie linee, il tipo e le dimensioni delle canalizzazioni protettive previste. La posa dovrà essere eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari. Dovranno essere evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso. Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili dovranno essere impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile. Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non viene abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto. In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto, nei locali umidi o bagnati o all'esterno canali le tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali mensole o staffe di sostegno per i canali, morsetti di fissaggio per i tubi, dovranno essere in materiale plastico o in acciaio inossidabile. All'interno di detti locali le varie parti costituenti i canali (tratti rettilinei, curve etc.) dovranno essere collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile.

Se uno stesso canale è occupato da circuiti a tensione diversa deve essere munito di setti separatori; in alternativa, si può posare all'interno del canale un secondo canale di dimensioni ridotte oppure un tubo protettivo o infine si può utilizzare lo stesso livello di isolamento (commisurato alla massima tensione presente) per tutti i conduttori.

Negli impianti in vista (generalmente stagni) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette dovrà avvenire tramite adatto pressa tubo senza abbassare il grado di prestazione previsto. Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti dovrà essere almeno pari a:

- 1,4 per le linee luce, fm e simili;
- 1,6 per le linee telefoniche;
- 2,5 per i cavi coassiali di impianto TV.

Il diametro delle tubazioni non dovrà comunque essere inferiore a quello riportato sui disegni di progetto. Analogamente alle dimensioni delle canalette porta cavi non dovranno essere inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette dovranno essere dimensionate per portare i cavi su al massimo 2 strati. Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non dovranno essere eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito. Analogamente nei tratti rettilinei non dovrà essere superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompitratta.

Le tubazioni interrate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto o indicazione della D.L.):

- essere di materiale termoplastico (PVC) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento (spessore minimo 3.2 mm);
- avere i giunti di tipo a bicchiere sigillati con apposito collante, o di tipo filettato per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua;
- essere posate a non meno di 0,7 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 10 cm di spessore; i tratti interrati, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con copponi di calcestruzzo vibrato o con massetto di cemento.

- dovranno in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e ad intervalli non superiori a 15 m nei tratti rettilinei attestarsi a pozzetti di ispezione;
- i tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua;
- il tratto entrante nel fabbricato deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua;
- dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse con un tappo e sigillate o con un passacavo stagno secondo quanto indicato sui disegni;
- tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fori adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua. Prima della chiusura di tracce o scavi, e di eventuali controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisato con sufficiente anticipo il D.L., in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle canalizzazioni;
- tutte le variazioni dei percorsi rispetto a quelli di progetto dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L., ed essere riportate sui disegni da consegnare alla Committente al termine dei lavori stessi.

Canali, passerelle, tubi protettivi, se metallici sono considerate masse e vanno pertanto collegati a terra. Non sono considerati masse e non è pertanto necessario il loro collegamento a terra se contengono solamente cavi multipolari o cavi unipolari con guaina con grado di isolamento di almeno un gradino superiore a quello richiesto per la tensione del sistema elettrico servito (cavi a doppio isolamento). In tal caso comunque, il collegamento a terra non è vietato.

#### **2.10.12 Tubo rigido in PVC**

Sarà della serie pesante con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI 23/8/73 -V2/89 - V3/89 fasc. 335 e provvisto di marchio italiano di qualità. Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto il pavimento sopraelevato). Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti etc., (ad es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1,5 m). Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con

estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle. Sarà anche possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo sul posto di posa. Nel caso sia adottato il secondo metodo le giunzioni dovranno essere eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1-2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ. Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti). Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica. Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti dovranno essere in acciaio nichelato o cadmiato o in ottone. Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore a quelli contemplati dalle citate norme CEI 23/8/73, potranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove previste dalle norme CEI 23/8/73 (resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e di isolamento) oppure tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75-PN10. Per la posa interrata dovranno essere impiegati tubi in PVC conformi alle norme UNI 7441-75- PN16.

#### **2.10.13 Tubo rigido in PVC filettabile**

Sarà in materiale autoestinguente con estremità filettate e spessori non inferiori ai seguenti valori (in mm) 2.2-2.3-2.5-2.8-3.0-3.6 rispettivamente per le grandezze (diametro esterno) 16-20-25-32-40-50 con una resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 750 N misurata secondo le modalità previste dalle norme CEI 23/8/73 fasc. 335 - V2/89-V3/89 e 20.26/88. Per grandezze superiori (diametri esterni maggiori di 50 mm) si dovrà ricorrere a tubi della "serie filettata gas" - PN 6. Le giunzioni saranno ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno essere ottenuti sia con curve ampie con estremità filettate internamente sia per piegatura a caldo. Nella

posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 m. I tubi dovranno comunque essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione. Per il fissaggio in vista saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure collari o morsetti in materiale isolante serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimento sopraelevato, in cunicoli o analoghi luoghi protetti). Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica. Nei locali umidi o bagnati all'esterno, degli accessori descritti potranno essere impiegati solamente quelli in materiale isolante. Le viti dovranno essere in acciaio cadmiato o nichelato o in ottone.

#### **2.10.14 Tubo flessibile con spirale rigida in PVC (guaina)**

Sarà in materiale autoestinguente e costituito da un tubo in plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC. La spirale dovrà avere caratteristiche (passo dell'elica, rigidità etc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura ( $r_{\min} = 2 \times \text{diametro interno}$ ) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura di impiego dovrà estendersi da  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ . Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non dovranno essere bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti. Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio. Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N secondo quanto prescritto nelle norme CEI 23.14/71.

#### **2.10.15 Tubo flessibile con spirale in acciaio zincato (guaina)**

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale in acciaio zincato a doppia aggraffatura con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC autoestinguente con campo di temperatura di impiego da  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $+80^{\circ}\text{C}$ . La guaina esterna dovrà presentare internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le

spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci. Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

#### **2.10.16 Canale in acciaio zincato di tipo chiuso**

Vale, in generale, quanto descritto per la canaletta di tipo aperto. La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti. Di volta in volta risulta precisato sui disegni o nel computo metrico il grado di protezione richiesto. Particolare cura dovrà essere posta affinché non risulti abbassato in corrispondenza di giunzioni, collegamenti con tubi eventualmente derivanti dalla canaletta, cassette di derivazione, contenitori, etc.

#### **2.10.17 Cassette di derivazione**

I coperchi delle cassette devono essere fissati con viti. I cavi e le giunzioni posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta. Le connessioni (giunzioni e derivazioni) vanno eseguite con appositi morsetti senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte (inaccessibilità al dito di prova e quindi grado di protezione almeno IPXXB). Le giunzioni effettuate tramite attorcigliamento e nastratura non sono ammesse. Non devono essere effettuate giunzioni e derivazioni entro tubi. Possono invece essere effettuate giunzioni e derivazioni nei canali purché le parti attive siano inaccessibili al dito di prova e purché i cavi uniti e/o derivati abbiano lo stesso colore. Non devono inoltre essere realizzate giunzioni entro le scatole porta-apparecchi. È ammesso l'entra esci sui morsetti di prese purché esistano doppi morsetti o morsetti dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare senza ridurre la sezione. Le cassette di giunzione all'esterno devono avere grado di protezione almeno IP44 e devono essere poste ad almeno 200

mm dal suolo. Per evitare pericolosi fenomeni di condensa, le tubazioni interrato devono essere sigillate prima di essere allacciate a quadri o cassette.

#### **2.10.18 Casette di derivazione stagne da esterno in PVC**

Saranno in materiale isolante a base di PVC autoestinguente. Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante. Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con in sistema a 1/4 di giro o equivalente. Le viti dovranno essere rese impermeabili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, etc.). Non sono ammesse viti di tipo autofilettante. Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Dovranno essere fissate a parete o soffitto con non meno di due viti. Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e dimensioni. Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti. Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello di fori stessi. In tali cassette il taglio dei passa-tubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione. Tali passa-tubi dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0,5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi. Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse. In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico, interfonico, trasmissione dati, TV potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto. Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive. Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastri o con morsetti a cappuccio. Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da

caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile. Le sigle dovranno essere poste sulla superficie interna o su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta. Solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate; le altre dovranno essere poste sulla superficie esterna. Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi dovranno riportare le sigle di tutti gli impianti. Le sigle dovranno essere le seguenti:

IMPIANTI	SIGLA
illuminazione normale	LU(N)
illuminazione privilegiata	LU(P)
illuminazione di sicurezza	LU(S)
circuiti prese normale	PR(N)
circuiti prese privilegiata	PR(P)
telefonico	TL
trasmissione dati	TD
interfonico	INT
citofonico	CIT
video citofonico	CTV
rivelazione fumo e incendio	FU
antintrusione	AI

*Tabella 6 Sigla impianti installati*

#### **2.10.19 Attraversamento superfici di compartimentazione**

Qualora una condotta elettrica attraversi elementi costruttivi di un compartimento antincendio (pavimenti, muri, solai, pareti) aventi una resistenza al fuoco specificata, occorre ripristinare la resistenza al fuoco che l'elemento possedeva in assenza della condotta. Occorre quindi otturare il foro di passaggio nel muro rimasto libero e l'interno della condotta stessa. Non è necessario otturare l'interno del tubo protettivo se questo è conforme alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma della

norma CEI 23-25 o 23-39, ha un diametro interno non superiore a 30 mm e grado di protezione almeno IP33, inclusa la sua estremità se penetra in un ambiente chiuso. Entrambe le otturazioni possono essere realizzate mediante barriere tagliafiamma e devono comunque avere una resistenza al fuoco almeno uguale a quella dell'elemento costruttivo del compartimento antincendio.

#### *2.10.19.1 Prodotti per barriera tagliafuoco*

Il sistema di tamponamento dei passaggi cavi mediante componenti vari sarà formato da:

- pannello in fibre universali da sagomare sul foro interessato;
- fibra ceramica per tamponamento di tutti gli interstizi esistenti tra cavo e cavo o tra pannello e parete;
- mastice di sigillatura a basso contenuto di acqua ed elevata percentuale di materiali solidi. Può essere applicato a spatola come una comune malta cementizia;
- supporti metallici per la realizzazione della barriera.

Tutti i materiali per tale esecuzione dovranno essere provvisti di certificazione di collaudo e dovranno essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla D.L.

#### *2.10.19.2 Setti tagliafuoco di tipo componibile*

Passacavi multipli resistenti al fuoco di tipo ad inserti componibili modulari composti da:

- telaio in profilato acciaio zincato da installare o annegare alla struttura muraria in maniera che risulti facilitato successivamente il montaggio delle guarnizioni;
- guarnizioni in materiale antifiamma resistente ad una temperatura non inferiore a 750°C. Saranno nel numero e nel tipo secondo le esigenze (cavi unipolari o multipolari) e comunque di dimensioni tali da non procurare danni durante la compressione;
- blocchi di riempimento che saranno anch'essi nel numero e nel tipo secondo le esigenze e comunque tali da formare una struttura piena senza fessurazioni;
- piastra di compressione necessaria al termine dell'assemblaggio onde, tramite apposito bullone, riempire eventuali spazi vuoti.

Tale passacavo dovrà essere provvisto di certificazione di collaudo e dovrà essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla D.L

#### **2.10.20 Quadri e apparecchiature di bassa tensione**

I quadri dovranno essere in grado di sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche in condizione di cortocircuito. Prescindendo dal dispositivo di protezione, la tenuta al cortocircuito è espressa dalla corrente di breve durata ( $I_{cw}$ ) intesa come corrente che il quadro può sopportare per 1 s. Se si fa conto sull'intervento di un dispositivo di protezione installato sul quadro o a monte del quadro, la tenuta al cortocircuito è individuata dalla corrente di cortocircuito condizionata ( $I_{cc}$ ). Sia la  $I_{cw}$  che la  $I_{cc}$  sono espresse dal valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito. Un quadro può essere installato dove la corrente di cortocircuito presunta ( $I_{cp}$ ) non superi la  $I_{cw}$  o la  $I_{cc}$ . La prova di tenuta al cortocircuito non è richiesta per i quadri con  $I_{cw}$  o  $I_{cc}$  inferiore a 10 kA o quando il quadro sia protetto da un interruttore limitatore che limiti la corrente di cortocircuito a 15 kA (valore di picco) in corrispondenza al suo potere di interruzione.

La sovratemperatura raggiunta all'interno del quadro nei confronti dell'ambiente esterno deve essere compatibile con i materiali isolanti utilizzati e con il corretto funzionamento delle apparecchiature installate all'interno del quadro stesso.

I quadri installati dovranno appartenere ad una delle seguenti tipologie (classificazione in base alle norme 17-13):

- quadri di tipo AS: norme CEI 17-13/1 dicembre 1990;
- quadri di tipo ANS: norme CEI 17-13/1 dicembre 1990;
- quadri di tipo ASD: norme CEI 17-13/3 ottobre 1992;
- quadri di tipo ASC: norme CEI 17-13/4 agosto 1992.

Ogni quadro elettrico deve essere conforme alle relative norme CEI e deve essere dichiarato tale dal costruttore.

Quadri di tipo AS Per quadri di tipo AS si intende quadri sottoposti a tutte le prove di tipo previste dalle norme (su campioni) e conformi ad un prototipo (o derivati con modifiche "minimali" da prototipo).

Possono essere montati direttamente in fabbrica oppure dalla ditta installatrice seguendo le istruzioni per l'assieme fornite dallo stesso costruttore.

Le prove relative ai quadri di tipo AS sono condotte dal costruttore e sono relative a:

- limiti di sovratemperatura;
- tenuta al cortocircuito;
- distanze di isolamento;
- grado di protezione IP;
- funzionamento meccanico.
- Rimangono a carico dell'installatore le seguenti prove:
- ispezione visiva del corretto cablaggio;
- prova di funzionamento elettrico;
- prova di tensione applicata per un minuto (NB: la tensione di prova deve essere conforme alle tabelle 10 e 11 della norma 17-13/1; a titolo di informazione si ricorda che per circuiti principali con tensione nominale verso terra superiore a 30 V ma non superiore a 300 V la tensione efficace di prova (verso terra) deve essere non inferiore a 2000 V mentre per circuiti ausiliari la tensione di prova deve essere pari a 250 V, 500 V o  $2U+1000$  V a seconda che la tensione nominale U sia rispettivamente non superiore a 12 V, superiore a 12 V e non superiore a 60 V e superiore a 60 V);
- ispezione visiva della correttezza delle misure di protezione contro i contatti diretti;
- controllo della continuità del circuito di protezione.

I quadri AS installati possono essere diversi dal quadro totalmente provato al tipo purché le varianti apportate non siano sostanziali.

#### Quadri di tipo ANS

Per quadri di tipo ANS si intende quadri sottoposti ad alcune prove di tipo (quadri parzialmente provati) che si rifanno ad un quadro originario AS ma rispetto al quale presentano modifiche.

L'idoneità del quadro può essere desunta mediante calcoli sostitutivi delle corrispondenti prove o da misure semplificate.

In particolare, per ogni quadro di tipo ANS dovrà essere calcolata la massima sovratemperatura interna e se necessario dovrà essere dotato di sistema di ventilazione

forzata ed inoltre dovrà essere garantita una tenuta al cortocircuito adeguata alla corrente di cortocircuito massima ipotizzabile alle sbarre.

L'eventuale calcolo della sovratemperatura interna deve essere condotto secondo le norme CEI 17-43.

La prova di tenuta al cortocircuito o il calcolo corrispondente non sono necessari nei seguenti casi:

- corrente di cortocircuito nominale non superiore a 10 kA;
- dispositivo di protezione generale a fusibile oppure interruttore limitatore che limiti la cresta della corrente di cortocircuito a 15 kA.

L'eventuale calcolo della tenuta al cortocircuito deve essere condotto secondo le norme CEI 17-52.

Rimangono a carico dell'installatore le seguenti prove:

- ispezione visiva del corretto cablaggio;
- prova di funzionamento elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento: applicando una tensione non inferiore a 500 V la resistenza tra circuiti e massa deve essere non inferiore a 1000 ohm/V (con riferimento alla tensione verso terra di ciascun circuito);
- ispezione visiva della correttezza delle misure di protezione contro i contatti diretti;
- controllo della continuità del circuito di protezione.

#### Quadri di tipo ASD

Per quadri di tipo ASD si intende quadri tipicamente destinati a comandare e proteggere circuiti di tipo civile e del terziario (sono pertanto destinati ad essere utilizzati da persone non qualificate e non sono soggetti a periodica verifica da parte di personale addetto alla manutenzione).

La corrente nominale del dispositivo generale di un quadro di tipo ASD non deve superare i 250 A.

La corrente nominale dei dispositivi derivati dalle sbarre di un quadro di tipo ASD non deve superare i 125 A.

I quadri di tipo ASD devono essere sottoposti a tutte le prove di tipo ed individuali previste per i quadri AS.

#### Quadri di tipo ASC

Per quadri di tipo ASC si intende quadri per cantieri: devono poter funzionare perfettamente anche all'aperto esposti agli agenti atmosferici e a repentini sbalzi di temperatura.

Devono avere grado di protezione non inferiore a IP43, essere resistenti ad agenti corrosivi ed urti accidentali ed ovviamente protetti contro contatti diretti ed indiretti.

I quadri di tipo ASC sono derivati dai quadri AS e pertanto devono essere sottoposti a tutte le prove individuali e di tipo previste.

Tutte le prove possono essere condotte da un laboratorio indipendente o dallo stesso costruttore.

Tutti i quadri devono essere dotati di targhetta che individua il costruttore il quale è il responsabile della conformità alla norma dei quadri stessi. Nel caso in cui la stessa impresa installatrice sia anche il costruttore del quadro, la stessa assume a sé le due figure e ovviamente le relative responsabilità.

I quadri possono essere di materiale isolante o metallico.

Se metallici devono essere collegati a terra e protetti contro i contatti indiretti alla stregua delle altre masse. Tale prescrizione richiede attenzione quando trattasi di quadri generali contenenti il primo dispositivo differenziale dell'impianto.

Ogni quadro deve avere dimensioni sovrabbondanti (di almeno il 30%) rispetto alla quantità di apparecchiature previste al suo interno in modo da contenere il declassamento in corrente nominale degli interruttori automatici e di consentire eventuali sviluppi futuri dell'impianto.

Eventualmente deve essere previsto sistema autonomo di ventilazione del quadro comandato da termostato interno tarato a 35-40°C.

Maggiori informazioni circa le caratteristiche costruttive dei quadri e le apparecchiature contenute sono rilevabili dalla specifica "QUADRI DI BASSA TENSIONE IN ESECUZIONE PER INTERNO (FINO A 1000 V c.a. 1500 V c.c.)"

### **2.10.21     Apparecchiature in campo**

Le prese a spina per uso domestico e similare (monofasi) possono essere utilizzate dove non ne è previsto un uso gravoso con forti urti e vibrazioni. Le prese a spina installate in ambienti soggetti a spruzzi d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP44. Le prese a spina soggette a getti d'acqua devono avere almeno un grado di protezione IP55.

L'asse di inserzione delle prese a spina deve risultare orizzontale e ad almeno 175 mm dal piano di calpestio se a parete, 70 mm se da canalizzazione o zoccoli e 40 mm se da torrette o calotte sporgenti da pavimento. In quest'ultimo caso è necessario che il fissaggio delle torrette a pavimento assicuri almeno il grado di protezione IP52.

Le prese a spina installate in punti dove la corrente di cortocircuito supera i 5 kA devono essere abbinate ad interruttore interbloccato con la presa a spina stessa. La corrente nominale dell'interruttore automatico posto a protezione del circuito prese a spina non deve superare la corrente nominale di ognuna delle prese a spina servite (16 A per prese a spina bipasso 10/16 A).

Per l'alimentazione di lavabiancheria e lavastoviglie spesso dotate di spine di tipo schuko devono essere installate prese tipo P30 con terra laterale e centrale adatte a ricevere prese sia tipo schuko che prese a poli allineati.

Le prese a spina di tipo industriale (prese CEE) devono essere utilizzate in tutti i casi in cui siano richieste prese a spina monofasi con corrente nominale superiore a 16 A oppure prese a spina trifasi oppure ancora in tutti i casi in cui le prese siano soggette ad un utilizzo gravoso in termini di urti o vibrazioni. Nel collegare le prese a spina di tipo industriale si dovrà mantenere costante il senso ciclico delle fasi ad evitare che il motore di un utilizzatore alimentato da prese diverse possa invertire il senso di marcia.

Le prese a spina devono essere protette con da un interruttore automatico o da fusibile con corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese stesse: tale protezione può essere singola o comune a più prese.

### **2.10.22     Accessori per apparecchi componibili serie civile**

**TELAIO** realizzato in materiale plastico autoestinguento con possibilità di installare da 1 a N elementi componibili. Sarà realizzato in modo da isolare completamente le parti attive ed i cavi di collegamento degli elementi. Avrà struttura meccanica robusta e atta

al bloccaggio rapido degli apparecchi. Sarà infine fissata alla cassetta incassata tramite due viti entro fori asolati onde eliminare eventuali difetti di posa della scatola incassata;

**PLACCA** sarà fissata al telaio mediante sistema a scatto. Per l'estrazione successiva della stessa dovrà essere impiegato un cacciavite inserito negli appositi incastri come prescritto dalle raccomandazioni CEI. Sarà in materiale termoplastico (bianco o colorato) o metallico secondo le specifiche e recherà il numero di fori pari a quelli del telaio;

Scatola di contenimento: in materiale termoplastico di dimensioni adeguate al telaio e ai frutti da installare. Incassata nelle pareti al grezzo prima dell'intonaco in modo che alla fine risulti a filo finitura;

**ESECUZIONE STAGNA** dove espresso specificatamente, per questo tipo di esecuzione, si isolamento richiesto. Dovranno essere impiegate placche fornite di membrana e guarnizione di tenuta per gli organi di comando e placche con coperchio a molla e guarnizione per tutti gli altri elementi componibili (es. prese). Il grado di protezione non dovrà essere inferiore a IP44 e comunque rispondere a quanto previsto dalle normative vigenti.

## **2.10.23 Punti di comando**

### *2.10.23.1 Pulsante di sicurezza in cassetta con vetro frangibile*

Sarà costituito da un pulsante posto entro un contenitore in robusto materiale plastico o in lega leggera pressofusa, provvisto in vetro frangibile antischeggia e di scritta indicatrice in lingua italiana. Il contenitore sarà di tipo sporgente o da semincasso secondo le necessità di installazione o quanto richiesto; se installato all'esterno o nei locali con pericolo di esplosione o incendio avrà un grado di protezione non inferiore a IP55. Avrà caratteristiche che lo contraddistinguono in modo inequivocabile da altri apparecchi di comando e che ne consentano la immediata identificazione a distanza. Costruttivamente dovrà essere tale che non sia possibile avviare la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e viceversa che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l'ausilio di un attrezzo o di una chiave.

### *2.10.23.2 Punto luce interrotto stagno*

Sarà così composto:

- Punto luce stagno;

- quota parte cassette di derivazione da esterno in materiale termoplastico (IP54);
- tubo in PVC x 16 mm di tipo rigido pesante fino alla lunghezza di m 5;
- cavo N07V-K sez. 2 x 1 x 1,5 + 1,5 PE mm<sup>2</sup> fino alla lunghezza di m 5;
- punto di comando interrotto stagno;
- n. 1 apparecchio di comando (interruttore);
- n. 1 telaio in materiale termoplastico;
- n. 1 placca di copertura provvista di guarnizione di tenuta sulla parte interna, sportello apribile dotato di membrana trasparente (IP54);
- n. 1 scatola di contenimento da esterno;
- quota parte cassette di derivazione da esterno in materiale termoplastico (IP54);
- tubo in PVC x 16 mm di tipo rigido pesante fino alla lunghezza di m 5;
- cavo N07V-K sez. 2 x 1 x 1,5 + 1,5 PE mm<sup>2</sup> fino alla lunghezza di m 5.

Nota: se richiesto dalla sezione appaltante o della D.L. sulla stessa scatola di contenimento potranno essere installati più apparecchi di comando. Nella stessa tubazione del punto luce potranno transitare più linee di filo purché la sezione della condotta sia adeguata.

#### *2.10.23.3 Pulsantiera di comando*

Sarà così composta:

- n. 1 x numero apparecchi di comando (interruttori);
- n. 1 telaio in materiale termoplastico con n. posti;
- n. 1 placca di copertura con n. posti;
- n. 1 scatola/cassetta di contenimento;
- tubo in PVC x 25 di tipo rigido filettato fino alla lunghezza di m 5;
- cavo FRO/N1VV-K fino alla lunghezza di m 5.

### **2.10.24 Punti utilizzatori**

#### *2.10.24.1 Prese a spina per usi industriali*

Saranno costruttivamente conformi e rispondenti a quanto prescritto dalle Norme CEI 3.12/71 EC/75 - v1/B3 e successive varianti. Caratteristiche generali:

- tipo CEE 17;
- tensione nominale max. 750 V;
- frequenza nominale 50/60 Hz;

- corrente nominale max 200 A;
- esecuzione IP 54;
- involucro in alluminio verniciato o materiale plastico a base di PVC;

Saranno distinte per tipologia ed esigenze impiantistiche secondo quanto riportato sulle tavole di progetto e così suddivise:

- presa 2P + T/6h: presa industriale 2x16/32/63+T - 220 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli x 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguento composta da due elementi:
  - o cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi;
  - o elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione blu di identificazione;
- presa 2P+T+I/6h: presa industriale 2x16/32/63+T - 220 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli x 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguento composta da due elementi:
  - o cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi;
  - o elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto e viti di fissaggio. Colorazione blu di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza del DPR 547 art. 311 dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno solidali cioè montati entrambi sul coperchio che potrà essere asportato solo ad interruttore aperto;
- presa 3P+N+T+I/6h: presa industriale 3x16/32/63+N+T - 220/380V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli x 4,8 mm con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguento composta da due elementi:
  - o cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi;

- elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto i e viti di fissaggio. Colorazione rosso di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza del DPR 547 art.311 dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno solidali cioè montati entrambi sul coperchio che potrà essere asportato solo ad interruttore aperto;
- presa 2P+T+I+F/6h: presa industriale 2x16/32/63A+T - 220 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli x 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da tre elementi:
  - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi;
  - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione blu di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza del DPR 547 art. 311 dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno montati entrambi sullo stesso contenitore il cui coperchio potrà essere aperto solo ad interruttore aperto. Tale operazione consentirà l'accesso ai fusibili;
  - base tripolare per fusibili completa con tappi a vite di tipo ceramico. Sarà montata all'interno del contenitore e l'accessibilità avverrà secondo le modalità descritte al secondo punto. Sarà completa di fusibili con valore di corrente pari al valore nominale della portata della presa di corrente;
- presa 3P+N+T+I+F/6h: presa industriale 3x16/32/63A+T - 220/380V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli x 4,8 mm con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da tre elementi:
  - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi;
  - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione rosso di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di

- sicurezza del DPR 547 art.311 dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno montati entrambi sullo stesso contenitore il cui coperchio potrà essere aperto solo ad interruttore aperto. Tale operazione consentirà l'accesso ai fusibili;
- base tripolare per fusibili completa con tappi a vite di tipo ceramico. Sarà montata all'interno del contenitore e l'accessibilità avverrà secondo le modalità descritte al secondo punto. Sarà completa di fusibili con valore di corrente pari al valore nominale della portata della presa di corrente;
  - presa 2P+I+F/12h: presa industriale 2x16A+T - 24 V in esecuzione IP54 con coperchio a molla. Alveoli x 4,8 mm ad una sola parte attiva con polo di terra in posizione 6h. In materiale termoplastico isolante autoestinguente composta da quattro elementi:
    - cassetta in materiale s.d. con recante sulla parte inferiore e superiore i fori per l'innesto delle tubazioni e pressatubi, completo di trasformatore di sicurezza da 100VA 220/24V (CEI 14.6/85);
    - elemento presa in materiale s.d. con guarnizione per il montaggio sulla cassetta descritta al punto 1 e viti di fissaggio. Colorazione viola di identificazione. Un blocco meccanico (I) in accordo con le prescrizioni di sicurezza del DPR 547 art. 311 dovrà consentire l'azionamento dell'interruttore solo a spina inserita ed impedirà la sua estrazione ad interruttore chiuso. Interruttore e presa saranno montati entrambi sullo stesso contenitore il cui coperchio potrà essere aperto solo ad interruttore aperto. Tale operazione consentirà l'accesso ai fusibili;
    - base per fusibili completa con tappi a vite di tipo ceramico. Sarà montata all'interno del contenitore e l'accessibilità avverrà secondo le modalità descritte nel prossimo punto (a valle del trasformatore). Sarà completa di fusibili con valore di corrente pari al valore nominale della portata della presa di corrente;
    - trasformatore monofase in aria montato anch'esso all'interno del contenitore con le seguenti caratteristiche:
      - potenza nominale 100 VA;
      - tensione primario 220 Vca;
      - tensione secondario 24 Vca;
      - frequenza nominale 50 Hz;

- classe di isolamento E;
- classe di protezione I.
- tensione di isolamento min. 4 kV

#### 2.10.24.2 Punto uscita cavo monofase

Sarà così composto:

- punto frutto:
  - o n. 1 frutto "uscita cavo";
  - o n. 1 telaio in materiale termoplastico;
  - o n. 1 placca di copertura;
  - o n. 1 scatola di contenimento da incasso;
- punto "uscita cavo":
  - o quota parte cassette di derivazione da incasso;
  - o tubo in PVC x 16 mm di tipo corrugato pesante fino alla lunghezza di m 5;
  - o cavo N07V-K sez. 2 x 1x 1,5 + 1,5 PE mm<sup>2</sup> fino alla lunghezza di m 5;
  - o n. 3 morsetti componibili.

Nota: se richiesto dalla Stazione Appaltante o dalla D.L. sulla stessa scatola di contenimento potranno essere installati più frutti presa. Nella stessa tubazione potranno transitare più linee in cavo, purché la sezione della conduttura sia adeguata.

#### 2.10.24.3 Punto uscita cavo trifase

Sarà così composto:

- punto frutto:
  - o n. 1 frutto "uscita cavo";
  - o n. 1 telaio in materiale termoplastico;
  - o n. 1 placca di copertura;
  - o n. 1 scatola di contenimento da incasso;
- punto "uscita cavo":
  - o quota parte cassette di derivazione da incasso;
  - o tubo in PVC \* 16 mm di tipo corrugato pesante fino alla lunghezza di m 5;
  - o cavo N07V-K sez. 4 x 1 x 2,5 + 2,5 PE mm<sup>2</sup> fino alla lunghezza di m 5;
  - o n. 5 morsetti componibili.

Nota: se richiesto dalla Stazione Appaltante o dalla D.L. sulla stessa scatola di contenimento potranno essere installati più frutti presa. Nella stessa tubazione potranno transitare più linee in cavo, purché la sezione della condotta sia adeguata.

#### **2.10.25 Altezza di installazione apparecchiature**

Le quote di installazione delle apparecchiature devono essere conformi alle indicazioni della guida CEI 64-50. In particolare, con riferimento agli assi, per le principali apparecchiature deve essere:

- pulsante a tirante isolante per vasca o doccia:  $h > 2250$  mm;
- passacordone per scaldacqua:  $H = 1800$  mm;
- presa e comando luce per specchi e servizi:  $1100 < h < 1200$  mm;
- presa e comando luce nei comodini delle stanze da letto:  $700 < h < 800$  mm;
- comandi luce altezza maniglie porte:  $h = 900$  mm;
- citofono:  $h = 1400$  mm;
- suoneria:  $1600 < h < 2050$  mm;
- quadro elettrico:  $h = 1600$  mm.

Per le prese a spina si veda la parte specifica.

L'immobile in oggetto è soggetto a regolamentazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche.

Pertanto, le apparecchiature elettriche devono essere collocate ad altezza idonea al loro utilizzo da parte di invalidi, devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protette contro danneggiamenti per urto. Nelle scale, i dispositivi di comando devono essere visibili anche al buio (luminosi). Le norme sull'abbattimento delle barriere architettoniche devono essere applicate:

- negli spazi esterni almeno lungo un percorso agevolmente fruibile da persone con ridotte capacità motorie o sensoriali;
- nelle parti comuni dei condomini;
- nel 5% degli alloggi previsti negli interventi di edilizia residenziale convenzionata con un minimo di un'unità per intervento.

Nei servizi igienici per i portatori di handicap deve essere installato un campanello di allarme in prossimità della vasca e del WC.

Le altezze di installazione delle apparecchiature nei locali soggetti a regolamentazione sull'abbattimento delle barriere architettoniche sono le seguenti (si noti che non sono in contrasto con la normativa CEI la quale prescrive solo altezze di installazione consigliate):

- campanelli e pulsanti di comando:  $400 < h < 1400$  mm;
- prese energia, TV, SIP:  $450 < h < 1150$  mm;
- citofoni:  $1100 < h < 1300$  mm;
- interruttori, quadri elettrici:  $600 < h < 1400$  mm.

## **2.10.26 Impianti di illuminazione**

### *2.10.26.1 Illuminazione di interni*

Nell'installazione dei corpi illuminanti per l'illuminazione interna il riferimento normativo deve essere la norma UNI 10380.

Per quanto riguarda l'illuminamento dei locali ad uso civile o terziario valgono le seguenti indicazioni generali.

L'illuminamento di eventuali vetrine dovrà contenere l'effetto specchio.

Inoltre, le lampade utilizzate per l'illuminazione di merci soggette a scolorimento devono essere dotate di appositi filtri per raggi ultravioletti.

Le lampade con riflettore dicroico devono essere installate solo su apparecchi idonei a sopportarne le elevate temperature di esercizio.

I faretti devono essere posti ad adeguata distanza da sostanze combustibili:

- fino a 100 W            0,5 m;
- da 101 a 300 W        0,8 m;
- da 301 a 500 W        1 m;

Nell'installazione di corpi illuminanti nel controsoffitto si deve prima verificare che il controsoffitto stesso sia idoneo a sostenere il peso del corpo illuminante e dei relativi accessori. Il corpo illuminante e la relativa conduttura devono essere protetti contro i contatti diretti anche se il controsoffitto non è accessibile (tale prescrizione non si applica a corpi illuminanti alimentati da circuiti SELV). Se il controsoffitto è metallico si dovranno usare apparecchi di classe I o II (evitare di installare apparecchi con involucro isolante non di classe II) e cavi in tubo isolante o con in classe II.

Il collegamento in cascata (entra - esci) dei corpi illuminanti è ammesso solo se i morsetti sono doppi o appositamente predisposti.

Gli apparecchi di illuminazione devono essere conformi alle norme CEI 34-21 e alle norme particolari applicabili al tipo di apparecchio.

In tutti gli uffici è prevedibile l'uso di videoterminali e pertanto i corpi illuminanti devono essere del tipo idoneo (es. con schermo di tipo lamellare *darklight*).

Tutti i corpi illuminanti sono da intendersi completi di lampada e accessori, cablati ed eventualmente rifasati e dotati di protezione per radiodisturbi. La protezione per radiodisturbi deve essere estesa anche ad eventuali trasformatori elettronici per l'alimentazione di lampade a bassissima tensione.

La protezione contro i radiodisturbi si intende attuata solamente in caso di presenza di apposito marchio IMQ ANTI DISTURBI RADIO.

I trasformatori elettronici devono essere installati a non meno di 20 cm dai corpi illuminanti (e da altre fonti di calore). La linea a bassissima tensione derivata da ogni trasformatore elettronico non deve però avere lunghezza superiore a 2 m (per limitare le cadute di tensione e l'irradiazione di radiodisturbi) e deve avere sezione commisurata alla corrente di impiego (almeno 1 mm<sup>2</sup> ogni 50 W a 12 V).

Per quanto riguarda l'illuminamento dei locali ad industriale valgono le seguenti indicazioni generali.

Per locali con altezza utile inferiore a 6 m sono preferibili lampade fluorescenti lineari per la loro efficienza luminosa, la maggiore uniformità di illuminamento e l'accensione praticamente immediata anche dopo una interruzione della tensione di alimentazione.

Le lampade a scarica in gas sono preferibili in ambienti molto vasti e di notevole altezza soprattutto per l'economia conseguibile per il minor numero di apparecchi necessari (lampade a vapori di mercurio, alogenuri metallici, sodio alta pressione etc.). Per contro, tali lampade presentano lo svantaggio di un'accensione ritardata in caso di interruzione anche breve dell'alimentazione (a causa del tempo necessario per il raffreddamento-riscaldamento). È quindi buona norma prevedere in ogni caso una parte di apparecchiature di illuminazione con lampade ad accensione immediata, come appunto le fluorescenti lineari che garantiscano un illuminamento minimo.

In presenza di attività che richiedano livelli di illuminamento diversi è conveniente prevedere per tutto l'ambiente il livello di illuminamento più basso e aggiungere un'illuminazione localizzata che permetta di raggiungere il livello di illuminamento richiesto per le attività più critiche. Ad ogni modo, tra il livello di illuminamento medio di una zona di lavoro e quello delle aree limitrofe non deve essere superiore a 3: il rapporto tra il livello di illuminamento medio di due locali adiacenti non deve essere superiore a 5.

Prescindendo dalla modalità del sistema d'illuminazione (illuminazione diretta, indiretta, mista) si dovranno prendere in considerazione nella realizzazione degli impianti d'illuminazione interni i seguenti parametri:

- il livello e l'uniformità di illuminamento;
- il colore della luce e la resa del colore;
- la limitazione dell'abbagliamento.

L'illuminamento di una superficie dipende dal flusso luminoso ricevuto dalla superficie stessa. In genere, l'illuminamento è calcolato, e/o misurato, sul piano di lavoro ad una altezza di 0,85 m dal pavimento. I livelli d'illuminamento medio in esercizio necessari negli uffici e locali annessi dovranno essere conformi al Prospetto I della norma UNI10380. Con il tempo l'efficienza dell'impianto decade in relazione all'invecchiamento delle lampade, all'insudiciamento e deterioramento delle ottiche degli apparecchi di illuminazione, alla diminuzione della riflessione delle pareti, etc.; per questo motivo si considererà che per ogni lux in esercizio occorrano 1,25 lux iniziali o di progetto. (fattore di deprezzamento). Il livello di illuminamento di un locale non risulta, nella pratica, perfettamente uniforme su tutta la superficie. Il rapporto fra gli illuminamenti minimo e medio, che si registrano nell'area di lavoro, non deve essere comunque inferiore a 0,8.

Se l'attività di lavoro si svolge in una area limitata del locale, l'illuminamento medio di questa ultima deve essere non superiore a 3 volte quello della rimanente area. Nel caso di locali adiacenti l'illuminamento medio del locale più illuminato non deve essere superiore a 5 volte quello del locale meno illuminato.

Le lampade per interni sono suddivise in tre gruppi secondo la tonalità del colore della luce emessa:

- gruppo W: luce bianca - calda, temperatura di colore inferiore a 3300 K;

- gruppo I: luce bianca - neutra, temperatura di colore compresa fra 3300 K e 5300 K;
- gruppo C: luce bianca - fredda, temperatura di colore superiore a 5300 K.

L'indice di resa dei colori (Ra), variabile da 0 a 100, esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere correttamente i colori degli oggetti illuminati. Quanto maggiore è l'indice Ra tanto più sono apprezzabili i colori.

Le sorgenti luminose sono state suddivise in gruppi di resa del colore (Ra) in funzione dell'indice Ra.

Il gruppo di tonalità e di resa del colore saranno conformi a quanto previsto nel Prospetto I della norma UNI10380 per gli impianti di illuminazione negli uffici e locali annessi.

L'abbagliamento può essere diretto e riflesso. La limitazione del l'abbagliamento diretto dipende dall'angolo di schermatura degli apparecchi di illuminazione e dalla loro disposizione nel locale. Sono previste cinque classi di qualità per il controllo dell'abbagliamento. Per ciascuna classe vengono fornite le curve limite in funzione del livello di illuminamento. La classe di qualità per la limitazione dell'abbagliamento in relazione al tipo di locale sarà conforme a quanto previsto dal Prospetto I della norma UNI10380 per gli impianti di illuminazione negli uffici e locali annessi.

L'abbagliamento riflesso può essere ridotto mediante un'opportuna disposizione degli apparecchi di illuminazione ed impiegando arredi ed apparecchiature con superfici opache.

## **2.10.27 Impianti elettrici speciali**

### *2.10.27.1 Impianti telefonici e/o trasmissione segnale*

Per l'allacciamento alla rete telefonica e/o per la distribuzione del segnale di supervisione/controllo della centrale termica devono essere presi preventivi accordi con il gestore del servizio. Fra la sede stradale ed il fabbricato deve essere posata una tubazione in PVC pesante con diametro 125 mm protetta con calcestruzzo o lastra o tegolo e posata ad una profondità non inferiore a 0,5 m ed eventuali pozzetti rompitratta. Il collegamento tra l'armadio terminale (420 x 230 x 180 mm) ed il pozzetto esterno ad esso più prossimo deve essere realizzato con tubo in PVC pesante con diametro 60/100 mm (fino a 100 allacciamenti) per quanto riguarda l'eventuale

impianto telefonico, mentre per l'impianto di segnale si dovrà procedere con la posa di n.1 tubazione avente diametro 125 mm avente le stesse caratteristiche dell'impianto telefonico, per l'alloggiamento del cavo per gli impianti di segnale/trasmissione e ricezione dati.

Come regola generale, nel caso di incrocio con una tubazione di energia, la tubazione telefonica/segnali deve rimanere soprastante.

## **2.11 NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE LAVORAZIONI**

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo, salvo quanto dovrà essere contabilizzato a corpo, a numero, a peso od a tempo in conformità a quanto stabilito dalle singole voci di Elenco Prezzi.

Per la determinazione delle misure geometriche, modi di contabilizzazione, oneri vari, etc. si conviene quanto sotto specificato.

### **2.11.1 Impianti termomeccanici**

#### *2.11.1.1 Tubazioni e canalizzazioni*

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso (qualora non sia prevista la contabilizzazione a corpo), la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.

Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli di espansione.

Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente linearmente anche i pezzi speciali.

Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.

Le tubazioni di rame nude o rivestite di PVC saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.

Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio) con tasselli ad espansione.

I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato in mezzera del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.

Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali del peso.

È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.

#### *2.11.1.2 Apparecchiature*

Generalmente salvo diverse disposizioni previste nelle voci di elenco prezzi le apparecchiature saranno valutate a numero e a corpo intendendosi compresi tutti gli

oneri e le incidenze per i pezzi speciali di collegamento, gli accessori d'uso, i tubi di raccordo, i supporti elastici, i materiali di tenuta, le staffe di sostegno, gli eventuali controtelai etc.

I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie esterna dello strato coibente.

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

## **2.11.2 Impianti elettrici**

### *2.11.2.1 Canalizzazioni e cavi*

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.

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

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

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

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

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

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

Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione. Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

#### *2.11.2.2 Apparecchiature in generale e quadri elettrici*

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di: superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP); numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, etc.

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

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

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

### **3 DESCRIZIONE DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO**

L'ampliamento della rete di teleriscaldamento in oggetto è composto dal prolungamento lungo il ramo secondario che si stacca da via Roma e corre sotto via Piazza san Marco a servizio dei singoli stacchi di utenza.

#### **3.1 TERMINOLOGIA E DEFINIZIONI**

Si riporta di seguito la terminologia e le definizioni utilizzate nelle presenti Specifiche Tecniche.

I termini mandata e ritorno identificano componenti o tratti di rete installati lungo il percorso dal sistema di produzione verso l'utenza o, rispettivamente, dall'utenza verso il sistema di produzione, mentre si identificano le zone a monte o a valle rispetto ad un componente o ad una tratta di rete facendo riferimento al senso di deflusso dell'acqua dal sistema di produzione o ri-pompaggio verso l'utenza.

Lungo tutto il tracciato della rete di distribuzione e degli stacchi verso l'utenza si dovrà mantenere, ponendosi nel verso di deflusso dell'acqua dal sistema di produzione o ri-pompaggio verso l'utenza, la tubazione di mandata sulla destra.

Il termine utente identifica in generale il cliente potenzialmente in grado di utilizzare il calore della rete di teleriscaldamento per riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria, usi tecnologici di processo.

Il termine utenza costituisce in generale un punto terminale (punto di consegna) della rete di distribuzione, avente caratteristiche tecniche e modalità di prelievo del calore note o ipotizzabili, in base a parametri di tipo commerciale forniti dalla Stazione Appaltante all'Appaltatore. Ad un'utenza corrisponde un allaccio costituito generalmente da due valvole di radice poste nell'edificio di proprietà dell'utenza.

#### **3.2 RETI DI DISTRIBUZIONE**

Sistema di tubazioni atto a distribuire il calore dalla Centrale di Produzione alle varie utenze. In generale la rete di distribuzione principale è composta:

- dalla dorsale principale e tratti secondari realizzata da collettori di distribuzione di diametro medio, costituiti da tubazioni di diametro massimo DN 150;

- dalle diramazioni di alimentazione alle diverse utenze, di diametro calibrato sulla singola utenza che dipartono dalla dorsale.

### **3.3 PUNTO DI IMMISSIONE DEL CALORE IN RETE**

Interfaccia fra gli impianti di Centrale e le reti di distribuzione:

- la rete di teleriscaldamento principale ha inizio nelle pompe della centrale termica: l'interfaccia tra gli impianti di centrale e la rete di teleriscaldamento corrisponde per la mandata alle valvole di intercettazione sulla mandata delle pompe, per il ritorno al punto che fisicamente corrisponde alla saldatura tra tubazione pre-isolata e tubazione da coibentare in opera; le valvole di intercettazione sono comprese;
- da un punto di vista idraulico, il punto di immissione del calore in rete costituisce il punto di immissione del fluido termovettore nella rete di teleriscaldamento (sulla tubazione di mandata), ed il punto di restituzione al sistema di produzione (sulla tubazione di ritorno).

#### **3.3.1 Valvole di sezionamento rete di distribuzione**

Il punto di sezionamento della rete di distribuzione corrisponde fisicamente ad una coppia di valvole di sezionamento, dette valvole di sezionamento rete di distribuzione, poste sulla tubazione di mandata e di ritorno, che consentono il sezionamento di parti della rete di distribuzione del calore. In generale sono a sfera e preisolate, con azionamento manuale da realizzarsi attraverso un pozzetto detto di "manovra".

In alcuni casi, a monte e a valle della valvola di sezionamento rete di distribuzione sono presenti degli sfiati valvolati preisolati, montati direttamente su tronchetti di collegamento della valvola, accessibili dal pozzetto di manovra della valvola.

#### **3.3.2 Allacci di utenza**

Punto terminale della rete di teleriscaldamento posto generalmente all'ingresso dell'edificio di proprietà dell'utenza, essenzialmente costituito dalle valvole di intercettazione (valvole di radice utente), che fanno parte della rete di distribuzione.

### **3.3.3 Tubazione di mandata**

Tratto di tubazione della rete di distribuzione percorso dall'acqua a maggior contenuto entalpico, dal sistema di produzione del calore verso le sottostazioni d'utenza.

### **3.3.4 Tubazione di ritorno**

Tratto di tubazione della rete di distribuzione percorso dall'acqua a minor contenuto entalpico, dalle sottostazioni d'utenza verso il sistema di produzione del calore.

### **3.3.5 Tubazioni per cavi di segnale**

Tubazioni (generalmente tubi corrugati in materiale plastico) posate in corrispondenza della rete di teleriscaldamento (a quota più elevata) predisposte per il passaggio di cavi di segnale. I cavidotti raggiungono ciascuna sottostazione di scambio termico correndo anche in corrispondenza dei singoli stacchi d'utenza.

### **3.3.6 Sistema di rilevazione e ricerca perdite**

Sistema composto da una coppia di conduttori installati all'interno della tubazione pre-isolata, da centraline di rilevamento e trasmissione e eventuali altri componenti ausiliari; consente un costante controllo sullo stato di umidità presente all'interno del coibente della tubazione in modo da permettere di localizzare con precisione danneggiamenti della guaina in polietilene o la foratura del tubo in acciaio.

### **3.3.7 Pozzetto di ispezione polifora**

Manufatto in cui convergono le tubazioni per cavi di segnale installati in corrispondenza della rete di teleriscaldamento stessa.

### **3.3.8 Valvole di radice utente**

Coppia di valvole installate al termine dello stacco d'utenza, all'interno del fabbricato dell'utente; costituiscono il sistema di intercettazione della sottostazione stessa per consentire le operazioni di sezionamento dell'utenza. In generale sono del tipo a sfera, azionabili solo localmente, con comando a leva. Tali valvole fanno parte delle reti di distribuzione.

Devono essere posizionate in posizione facilmente accessibile e manovrabile dal personale addetto.

### **3.3.9 Sottocentrali di utenza**

Costituiscono l'elemento di collegamento tra la rete di teleriscaldamento e le utenze. Sono costituite da un package completamente pre-assemblato e collaudate in officina. Sono composte da scambiatore di calore a piastre, contatore di calore, regolatore digitale a logica programmabile, valvole e accessori vari.

## **3.4 CRITERI E DATI DI PROGETTO**

### **3.4.1 Criteri di progetto delle reti di teleriscaldamento**

Nel seguito si riportano i principali criteri di base seguiti dalla Stazione Appaltante per la progettazione esecutiva delle reti di distribuzione, partendo dal progetto definitivo sviluppato dalla stessa Stazione Appaltante.

#### *3.4.1.1 Dimensionamento delle reti di teleriscaldamento*

Il dimensionamento delle reti di teleriscaldamento è stato effettuato dalla Stazione Appaltante nell'ambito del progetto esecutivo, che ha determinato il progetto idraulico della rete (schema idraulico, diametro tubazioni, posizione e numero valvole) e il percorso. Qualsiasi modifica che dovrà essere apportata al progetto esecutivo nel corso della realizzazione delle reti, da parte dell'Appaltatore, dovrà essere autorizzata e riverificata dalla Direzione Lavori.

#### *3.4.1.2 Scelta del percorso*

Il percorso delle reti di distribuzione è indicato dalla Stazione Appaltante negli elaborati grafici del progetto esecutivo. È facoltà dell'Appaltatore verificare la fattibilità e proporre alla Stazione Appaltante eventuali modifiche finalizzate a minimizzare le interferenze con i sottoservizi presenti nelle strade e tenere conto della viabilità, della larghezza delle strade, dei flussi di traffico, delle alberate, di altri cantieri di lavoro, etc.

L'approvazione delle modifiche proposte sarà subordinata alla verifica idraulica da parte della Stazione Appaltante e al parere degli Enti competenti.

Durante i lavori di posa delle reti sarà onere a carico della Stazione Appaltante redigere i progetti esecutivi degli allacci di eventuali nuove utenze che al momento della redazione del progetto esecutivo non erano noti.

#### *3.4.1.3 Scelta del sistema di compensazione delle dilatazioni*

Per le reti di distribuzione interrante si dovranno utilizzare i sistemi di compensazione sotto indicati.

Per la posa di tubazioni di rete di distribuzione in eventuali tunnel multiservizi o tratti aerei si potrà richiedere l'utilizzo di specifici sistemi di compensazione delle dilatazioni da concordare con la Stazione Appaltante.

Sulla base dei dati tecnici forniti dal Fornitore del sistema di tubazioni e in funzione dei dati di progetto indicati dalla Stazione Appaltante, sarà cura e onere dell'Appaltatore riverificare e sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione, il dimensionamento svolto nel progetto esecutivo.

#### *3.4.1.4 Definizione della profondità della posa*

Le tubazioni dovranno essere posate ad una profondità non inferiore a quanto indicato negli elaborati grafici, salvo casi particolari legati all'andamento altimetrico del terreno e alle interferenze con sottoservizi o altri ostacoli. La profondità effettiva di posa, frutto delle scelte legate alla fase di progetto costruttivo, dovrà essere riportata nella documentazione grafica finale dell'opera ("*as-built*"), a cura e spese dell'Appaltatore.

#### *3.4.1.5 Numero, posizione e dimensione di sfiati/drenaggi*

Il progetto esecutivo definisce la posizione e la dimensione di sfiati e drenaggi in relazione al contenuto d'acqua da drenare dalle tubazioni e dell'andamento altimetrico della rete. Previa presentazione ed approvazione della D.L., è facoltà dell'Appaltatore modificare il numero, la posizione e la dimensione degli sfiati/drenaggi. Dovranno essere comunque garantiti la completa disareazione e il completo drenaggio delle tubazioni.

#### *3.4.1.6 Posizione dei by-pass mandata / ritorno*

La posizione dei by-pass mandata/ritorno manuali o automatici in prossimità di alcune utenze fondo linea è definito dalla Stazione Appaltante nel progetto esecutivo. Previa presentazione ed approvazione della D.L., è facoltà dell'Appaltatore modificare il numero, la posizione e la dimensione dei by-pass mandata/ ritorno.

#### *3.4.1.7 Predisposizione per utenze*

Nel progetto esecutivo la Stazione Appaltante indica le predisposizioni da effettuare per le eventuali utenze future.

Qualora lo stabile dell'utenza sia ancora in costruzione, la realizzazione dello stacco di utenza potrà essere limitata al solo raggiungimento della proprietà dell'utente, predisponendo un pozzetto interrato con valvole di radice e fondello, il tutto racchiuso nella muffola terminale.

### 3.4.2 Dati di progetto delle reti di teleriscaldamento

Nel seguito si riportano i principali parametri di progetto che devono essere osservati per la realizzazione delle opere in appalto.

Tali dati potranno essere derogati solamente in casi eccezionali, in base a motivata richiesta dell'Appaltatore e secondo specifica autorizzazione da parte della Stazione Appaltante.

#### 3.4.2.1 Verifica di resistenza a fatica dei componenti

La verifica di resistenza a fatica dei componenti delle reti (curve, TEE di derivazione, riduzioni) **dovrà essere condotta, dal Fornitore/Produttore del sistema di tubazioni, in accordo alla UNI EN 13941:2003** utilizzando i dati di progetto di seguito riportati. Detta verifica, per la quale la Stazione Appaltante richiederà la documentazione dei calcoli, ha lo scopo di definire i componenti da utilizzare per la realizzazione delle reti di teleriscaldamento. Eventuali varianti nella tipologia delle prestazioni dei componenti dovranno essere evidenziate dall'Appaltatore, sulla base di ragionevoli e comprovate motivazioni, e potranno essere specificatamente autorizzate dalla Stazione Appaltante.

#### Curve e riduzioni

Diametro nominale		DN 25 ÷ DN 80	DN 80 ÷ DN 300
Classe di progetto		A	A
Pressione nominale	kPa	2500	2500
$\Delta T$	°C	90	90
Profondità di posa all'estradosso	m	1,0	1,0
Numero cicli	N	1000	1000

Tabella 7 Tipologie di curve e riduzioni

Il coefficiente di attrito tra il tubo di protezione in polietilene e la sabbia circostante sarà assunto  $\mu = 0,35$ , indipendentemente dalla installazione di eventuali fogli in materiale plastico o similare.

La densità del materiale di rinterro sovrastante la tubazione sarà assunta  $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$ . La tensione equivalente (calcolata con il criterio di Von Mises) agente sulla tubazione rettilinea in conseguenza delle pressioni applicate e delle dilatazioni termiche in fase di esercizio non deve superare il valore massimo  $\sigma_{lim}=150 \text{ MPa}$ .

NOTA: La tensione equivalente è la tensione massima ammissibile.

### Tee di derivazione

Diametro nominale		DN 25 ÷ DN 80	DN 80 ÷ DN 600
Classe di progetto		B	B
Pressione nominale	kPa	2500	2500
$\Delta T$	°C	90	90
Profondità di posa all'estradosso	m	1,0	1,0
Numero cicli	N	2500	800

Tabella 8 Tipologie di Tee

Il coefficiente di attrito tra il tubo di protezione in polietilene e la sabbia circostante sarà assunto  $\mu = 0,35$ , indipendentemente dalla installazione di eventuali fogli in materiale plastico o similare.

La densità del materiale di rinterro sovrastante la tubazione sarà assunta  $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$ . La tensione equivalente (calcolata con il criterio di Von Mises) agente sulla tubazione rettilinea principale in conseguenza delle pressioni applicate e delle dilatazioni termiche in fase di esercizio non deve superare il valore massimo  $\sigma_{lim}=150 \text{ MPa}$ .

Tenuto conto che la lunghezza massima dello stacco di derivazione, calcolata in modo da non superare il valore massimo di tensione equivalente di 150 MPa, determinerebbe uno spessore troppo elevato del Tee di derivazione, si chiede che la verifica di resistenza a fatica, per determinare lo spessore del Tee, sia fatta utilizzando una lunghezza dello stacco di derivazione di almeno 6 metri.

#### 3.4.2.2 Verifica di resistenza a fatica della rete (Stress analysis)

Analogamente a quanto richiesto per alcuni componenti, La verifica a fatica della rete dovrà essere condotta, dal Fornitore/Produttore del sistema di tubazioni, in accordo alla norma UNI EN 13941:2003 utilizzando i dati di progetto di seguito riportati.

Diametro nominale		DN 25 ÷ DN 80	DN 100 ÷ DN 300
Classe di progetto		A	A
Pressione nominale	kPa	2500	2500
$\Delta T$	°C	90	90
Profondità di posa all'estradosso	m	1,0	1,0
Numero cicli	N	1000	1000

Tabella 9 Tipologia rete

La profondità di posa dovrà essere quella prevista nel progetto esecutivo.

Il coefficiente di attrito tra il tubo di protezione in polietilene e la sabbia circostante verrà assunto  $\mu = 0,35$ , indipendentemente dalla installazione di eventuali fogli in materiale plastico o similare.

La densità del materiale di rinterro sovrastante la tubazione sarà assunta  $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$ . La scelta dei dispositivi di compensazione delle dilatazioni dovrà essere effettuata facendo in modo che la tensione equivalente (calcolata con il criterio di Von Mises) agente sulla tubazione rettilinea in conseguenza delle pressioni applicate e delle dilatazioni termiche in fase di esercizio non superi il valore massimo  $\sigma_{lim} = (150) 190 \text{ MPa}$ .

Eventuali osservazioni da parte della Stazione Appaltante sui calcoli eseguiti non riduce in alcun modo la responsabilità dell'Appaltatore, il quale si assume la piena ed esclusiva responsabilità del progetto esecutivo.

Le verifiche di resistenza a fatica di tratti di rete dovranno tenere conto anche dei tratti di rete a monte e a valle in fase di progetto di posa (in generale nei punti di confine tra due stralci di rete bisognerà fare in modo che la tensione equivalente agente sulla tubazione rettilinea sia di valori molto bassi).

Resta inteso che, in taluni casi particolari, è facoltà della Stazione Appaltante richiedere condizioni di progetto più gravose di quelle ora espresse.

Nella tabella seguente si riepilogano i principali parametri di progetto.

<b>Dati generali</b>	<b>Progetto</b>
Vita utile minima rete, per temperatura continua a 90°C, con punte sino a 100°C	30 anni
Pressione di progetto interna tubazioni e pezzi speciali	PN 25
Pressione di progetto interna valvole e altri dispositivi	PN 25
Temperatura di posa della rete	15 °C
Temperatura di mandata massima fluido termovettore	98 °C
Temperatura di mandata di esercizio fluido termovettore	90 °C
Temperatura di ritorno fluido termovettore	60 - (70) °C
$\Delta T$ invernale	30 °C
$\Delta T$ estivo	20 °C
<b>Fluido termovettore: Acqua calda addolcita</b>	<b>Progetto</b>
Conducibilità a 25°C [ $\mu S/cm$ ]	Acqua grezza < 300
PH	8,0 -10
Durezza [ $^{\circ}F$ ]	< 5
Ossigeno disciolto	Assente

*Tabella 10 Principali parametri di progetto per rete di distribuzione*

### **3.5 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

L'Appalto dovrà essere conforme alle norme e disposizioni vigenti in Italia e in particolare alle norme contenute nel D.L. n° 277 del 15 agosto 1991 e nel DPR n° 915 del 10 settembre 1982.

Nel seguito si riportano, a titolo indicativo e non esaustivo, le principali leggi e norme di riferimento inerenti gli impianti di teleriscaldamento ed i componenti di rete.

### **3.5.1 Norme relative alla sicurezza degli impianti**

- Decreto del Presidente della Repubblica 27/04/1955, n°547 “Norme per la prevenzione degli infortuni”;
- Legge 5 marzo 1990, n°46 “Norme per la sicurezza degli impianti”;
- Decreto del Presidente della Repubblica 6 dicembre 1991, n°447 “Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n°46, in materia di sicurezza degli impianti”;
- Decreto Ministeriale 20 febbraio 1992 “Approvazione del modello di dichiarazione di conformità dell’impianto a regola d’arte di cui all’art. 7 del regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n° 46, in materia di sicurezza degli impianti”;
- Decreto Ministeriale 22 gennaio 2008 n. 37 “Regolamento concernente l’attuazione dell’art. 11-quaterdecies, comma 13 lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”.

### **3.5.2 Norme relative al risparmio energetico**

- Legge 9 gennaio 1991, n°10 “Norme per l’attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”;
- Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n°412 “Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell’art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n° 10”;
- Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n°551 “Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993, n°412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia”;
- Decreto Ministeriale 6 agosto 1994 “Recepimento delle norme UNI attuative del DPR 26 agosto 1993, n°412, recante il regolamento per il contenimento dei consumi di energia degli impianti termici degli edifici, e rettifica del valore limite del fabbisogno energetico normalizzato”.

### **3.5.3 Norme relative alla certificazione dei componenti degli impianti**

- Decreto Ministeriale 2 aprile 1998 “Modalità di certificazione delle caratteristiche e prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti ad essa connessi”;
- Legge 18/10/1977, n°791 “Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”;
- Decreto Ministeriale 13 giugno 1989 “Liste degli organismi e dei modelli di marchi di conformità, pubblicazione della lista riassuntiva di norme armonizzate, unitamente al recepimento ed alla pubblicazione di ulteriori (5° gruppo) testi italiani di norme C.E.I., in applicazione della legge 18 ottobre 1977, n° 791, sull’attuazione della direttiva n. 73/23/CEE, relativa alla garanzia di sicurezza del materiale elettrico”.

### **3.5.4 Norme relative agli impianti e apparecchi in pressione**

- Decreto Ministeriale 01/12/1975 “Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione”;
- A.N.C.C. “Specificazioni tecniche applicative del titolo II del D.M. 01/12/1975 riguardante le norme di sicurezza per gli apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione - Raccolta R - ediz. 1982;
- Decreto Ministero dell’industria 29/02/1988 “Regole tecniche riguardanti i dispositivi di sicurezza termici atti ad intercettare il fluido primario negli scambiatori di calore”;
- Direttiva CEE/CEEA/CE del 29/05/1997, n° 23 “Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 maggio 1997 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri in materia di attrezzature a pressione”;
- Decreto Legislativo 25/02/2000, n°93 “Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione”.

### **3.5.5 Norme tecniche UNI relative a progetto ed esercizio CT, componenti per reti di teleriscaldamento**

- UNI 10412 - 1994 “Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Prescrizioni di sicurezza”;

- UNI 8364 - 1984 + aggiunte "Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione"; UNI 9317 - 1989 "Impianti di riscaldamento. Conduzione e controllo";
- UNI 5364 - 1976 "Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo";
- UNI 8854 - 1986 "Impianti termici ad acqua calda e/o surriscaldata per il riscaldamento degli edifici adibiti ad attività industriale e artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta e il collaudo";
- UNI 8855 - 1986 "Riscaldamento a distanza. Modalità per l'allacciamento di edifici a reti di acqua calda";
- UNI 9182 - 1987 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione";
- UNI 10376 - 1994 "Isolamento termico degli impianti di riscaldamento e raffrescamento degli edifici";
- UNI EN 247 - 2001 "Scambiatori di calore. Terminologia";
- UNI EN 13941 - 2003 "Design and Installation of preinsulated bonded pipes for district heating";
- DS 448 E - 1994 "Code of practice for distribution networks for district heating"
- UNI EN 253:2003 "Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrata direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna in polietilene";
- UNI EN 13941:2003 "Progetto ed installazione di sistemi bloccati di tubazioni preisolate per teleriscaldamento";
- UNI EN 287-1:2004 "Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Acciai"
- UNI EN ISO 15607:2005 "Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Regole generali";
- UNI EN 305 - 1999 "Scambiatori di calore - Definizioni delle prestazioni degli scambiatori di calore e procedure generali di prova per la determinazione delle prestazioni di tutti i tipi di scambiatori";
- UNI EN 307 - 2000 "Scambiatori di calore - Guida di preparazione delle avvertenze di installazione, di funzionamento e di manutenzione richieste per il mantenimento delle prestazioni per ogni tipo di scambiatore di calore";

- UNI EN 448 - 2003 "Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di raccordi per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene";
- UNI EN 488 - 2003 "Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di valvole per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo di protezione esterna di polietilene";
- UNI EN 489 - 2005 "Tubazioni per il riscaldamento urbano - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti interrate di acqua calda - Assemblaggio-giunzione per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene",
- UNI EN 1148 - 2000 "Scambiatori di calore - Scambiatori di calore acqua-acqua per teleriscaldamento - Procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni";
- UNI EN 12517:2005 "Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo radiografico dei giunti saldati - Livelli di accettabilità"
- UNI EN 1435:2004 "Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo radiografico dei giunti saldati"
- UNI EN 1289:2003 "Controllo non distruttivo delle saldature - Controllo delle saldature mediante liquidi penetranti - Livelli di accettabilità"
- UNI EN 1434-1, -2, -3, -4, -5, -6:2000 "Contattori di calore".
- UNI 8157 - 1984 "Misuratori di energia termica per impianti di riscaldamento mediante bilancio termico sul liquido termovettore";
- UNI 9023 - 1987 "Misuratori di energia termica. Installazione, impiego, manutenzione";
- UNI 9335 - 1991 "Valvole di sicurezza per apparecchi a pressione. Generalità, requisiti e prove";
- UNI 9753 - 1990 "Prescrizioni tecniche per le valvole di regolazione per impianti di riscaldamento ad acqua calda";
- UNI EN 12098-1 - 1998 "Regolazioni per impianti di riscaldamento - Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda";

- UNI 10224:2003 "Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche di fornitura";
- UNI ISO 4200 - 1989 "Tubi lisci di acciaio, saldati e senza saldatura. Prospetti generali delle dimensioni e delle masse lineiche";
- UNI ISO 6761 - 1982 "Tubi di acciaio. Preparazione delle estremità di tubi ed accessori tubolari da saldare".

### **3.5.6 Norme tecniche CEI relative ad impianti e quadri elettrici**

- CEI 64/8 - 2004 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua";
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1 ed. 2000) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri B.T.) Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".

Per quanto non in contrasto con quanto sopra e fatto salvo quanto specificatamente prescritto nei singoli capitoli, si potrà fare inoltre riferimento alle norme emanate dai seguenti Enti:

- ISA           Instrument Society of America;
- ASTM        American Society for Testing and Material;
- UNI           Ente Nazionale Unificazione;
- ASME         American Society for Mechanical Engineers;
- NEMA         National Electrical Manufacturer Association;
- AWS          American Welding Society;
- ISO          International Organization for Standardization;
- ASA          American Standard Association;
- CEI          Comitato Elettrotecnico Italiano;
- IEC          International Electrotechnical Commission;
- ANCC         Associazione Nazionale Controllo Combustione;
- ISPESL       Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro;
- USL          Unità Sanitarie Locali;
- CTI          Comitato Termotecnico Italiano;
- CNR-UNI      Centro Nazionale Ricerche - Ente Nazionale Unificazione;
- API          American Petroleum Institute;

- SIS               Svensk Standard;
- DS                Dansk Standard;
- ANSI             American National Standard Institute;
- DIN              Deutsches Institute fur Normung;
- EN               Normativa Europea.

## **3.6 SCAVI**

### **3.6.1 Generalità**

Le prescrizioni si riferiscono a scavi a sezione obbligata a diversa profondità, in terreno di qualsiasi natura e concretezza, compresa la roccia tenera e dura, in presenza di acqua o meno, sia per la posa di tubazioni che per altri manufatti simili. Durante l'esecuzione dei lavori di scavo sul territorio comunale dovranno essere rispettate le disposizioni stabilite in proposito dalle Amministrazioni Provinciali e Comunali. In caso di discordanza con le presenti disposizioni, si intende che le norme e disposizioni emanate dall'Autorità Provinciale e Comunale hanno la prevalenza, e l'Appaltatore non potrà per tale motivo avanzare alcuna richiesta di maggiori oneri o danni.

I lavori verranno eseguiti in aree di cantiere poste:

- in carreggiata;
- in marciapiede;
- tra la carreggiata e il marciapiede.

Gli scavi per la posa di tubazioni di rete comprendono di norma le seguenti operazioni:

- l'individuazione dei sottoservizi sotterranei esistenti anche mediante assaggi, compresa la tracciatura dei sottoservizi stessi sul suolo stradale non interessato dallo scavo, in adiacenza ad esso;
- il rilievo della situazione in essere della segnaletica stradale, orizzontale e verticale;
- la posa di adeguata segnaletica stradale di tipo provvisorio atta ad individuare e delimitare il cantiere, evitare incolonnamenti con l'utilizzo di apparecchiatura semaforica per consentire il transito a senso unico alternato sul tratto di strada compresa tra le scuole elementari e la casa protetta il tutto preventivamente concordato con l'Autorità Provinciale o Comunale competente.
- l'eventuale rimozione di masselli, cordoli, pavimentazioni etc.;

- l'eventuale apertura della pista per l'accesso e/o l'esecuzione dei lavori;
- la delimitazione dell'area di cantiere;
- l'eventuale predisposizione di passerelle carrabili e pedonali per l'accesso ai fabbricati circostanti;
- l'eventuale sgombero della striscia di terreno sulla quale dovranno essere interrati le tubazioni;
- l'eventuale scavo per l'esecuzione di attraversamenti, pozzetti, camerette etc.;
- l'esecuzione delle sbadacchiature e delle opere provvisorie necessarie.

L'Appaltatore accerterà e segnerà sul terreno tutti quei servizi che possono interessare lo scavo ed eseguirà poi il tracciato dello stesso, sia come larghezza sia come andamento dell'asse (da mantenere il più rettilineo possibile), in modo che lo scavo risulti il meno possibile interessato dai servizi individuati.

L'Appaltatore non dovrà in alcun caso manomettere, spostare o tagliare cavi o qualsiasi tubazione interrata o quanto altro interferente con lo scavo; situazioni particolari dovranno essere tempestivamente segnalate alla Stazione Appaltante.

L'Appaltatore dovrà inoltre seguire le prescrizioni particolari che, eventualmente, saranno date dalla Stazione Appaltante all'atto dell'esecuzione dei lavori.

Il ripristino di manufatti o servizi demoliti o danneggiati dai lavori, dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte, nel rispetto delle dimensioni preesistenti e secondo le prescrizioni dei proprietari od Enti competenti, ad esclusivo onere dell'Appaltatore.

In relazione alla larghezza e profondità dello scavo e della natura del terreno, dovranno essere poste in opera sbadacchiature, armature e sostegni di qualsiasi manufatto che avesse a trovarsi in corrispondenza dello scavo. Inoltre, se necessario, le pareti dello scavo dovranno essere sostenute e protette per tutto il tempo durante il quale gli scavi rimarranno aperti in conformità alle prescrizioni del piano di sicurezza e secondo le indicazioni del Coordinatore alla sicurezza in fase di esecuzione.

Qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo e nelle adiacenze di fabbricati, dovranno essere preceduti da attento esame delle fondazioni degli edifici in oggetto, esame se del caso integrato da idonei sondaggi, per accertare natura, consistenza e profondità delle fondazioni stesse. Qualora qualche fabbricato presenti lesioni od induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigere lo stato di

consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo d'ideonea documentazione fotografica ed installando, all'occorrenza, idonee spie.

Eventuali sospensioni dei lavori e/o consolidamenti delle strutture saranno concordate tra le parti. Qualora si verificano frane e/o smottamenti l'Appaltatore dovrà provvedere, a sue totali spese, alla riparazione o rifacimento dei manufatti danneggiati, all'asportazione dallo scavo del materiale franato, al riempimento della maggiore sezione di scavo con materiali e modalità idonei, previa autorizzazione da parte della Stazione Appaltante. I conseguenti maggiori oneri di ripristino saranno a totale carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore risponderà degli eventuali danni arrecati a persone o cose a seguito di frane o smottamenti.

#### *3.6.1.1 Materiali di risulta degli scavi*

Le materie provenienti dagli scavi in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile del Direttore Lavori ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori dalla sede del cantiere, o ai pubblici scarichi ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere idonee e quindi utilizzate per tombamenti o rinterri, esse dovranno essere depositate in fianco allo scavo, nella posizione indicata dalla Direzione dei Lavori. Se per motivi di sicurezza o altro, non fosse possibile depositare il materiale da impiegare per i rinterri a bordo scavo, l'Appaltatore dovrà portare tale materiale in depositi temporanei appositamente reperiti; ad ogni modo, la valutazione di dove depositare temporaneamente il materiale destinato ai rinterri spetta esclusivamente alla Direzione Lavori.

In ogni caso le materie depositate non dovranno creare danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti sulla superficie. La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora esistessero le condizioni (disponibilità di aree, qualità dei materiali, tempistica di esecuzione), a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà predisporre una stazione di vagliatura del materiale di risulta per migliorarne le caratteristiche granulometriche.

### *3.6.1.2 Sicurezza degli scavi in relazione alle opere adiacenti*

L'Appaltatore dovrà eseguire i lavori di scavo e di rinterro in modo tale da non costituire pericolo e non recare danno ai fabbricati e alle opere limitrofe. Dovrà inoltre aver cura di non danneggiare la pavimentazione stradale, le inferriate, i muri di cinta e/o le colture con il movimento dei propri mezzi.

Si vedano inoltre le prescrizioni riportate sul Piano di Sicurezza e Coordinamento. Qualsiasi danno arrecato a persone o cose durante la realizzazione degli scavi o movimentazione dei mezzi è a totale carico dell'Appaltatore.

Lo scavo in prossimità di reti di teleriscaldamento esistenti dovrà essere condotto con la massima cura; qualora sia necessario o si metta a nudo una tratta di tubazione pre-isolata esistente, la massima lunghezza scopribile dall'appaltatore senza dover procedere a calcolo di verifica non potrà superare i metri 3.

### *3.6.1.3 Protezione e difesa degli scavi*

Tutti gli scavi di qualsiasi dimensione, tipo e profondità dovranno essere totalmente protetti e recintati per tutta la durata dei lavori e fino a ripristini avvenuti con transenne o con cavalletti ove non è possibile l'impiego di transenne, riportanti il nome dell'Appaltatore ben visibile.

Le difese degli scavi saranno integrate da lanterne e lampade di illuminazione a batteria a luce gialla intermittente, installate ad altezza regolamentare e complete di cartelli di segnalazione stradale onde garantire una perfetta sicurezza della viabilità e del traffico. In ogni caso l'Appaltatore dovrà attenersi alle disposizioni emanate di volta in volta delle Autorità Comunali ed alle prescrizioni del Codice Stradale.

L'Appaltatore non potrà impiegare a difesa degli scavi nastri plastificati colorati o protezioni del tipo leggero.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere al prelievo, posa in opera e relativa custodia dei cartelli di identificazione aziendale di fornitura dal Stazione Appaltante stesso.

Tali cartelli saranno collocati nel numero e secondo le modalità indicate dal Stazione Appaltante. Dovrà inoltre attenersi alle disposizioni delle Autorità Comunali per quanto riguarda deviazioni di traffico e conseguenti rallentamenti nelle lavorazioni e dovrà fornire tutte le barriere, cartelli indicatori e segnalazioni luminose anche in zone al di fuori delle aree di lavoro al fine di realizzare sbarramenti, canalizzazioni o deviazioni

della viabilità. L'Appaltatore sarà responsabile della fornitura, posa in opera, manutenzione e successiva rimozione di tutto quanto ritenuto necessario per la protezione e difesa scavi per tutta la durata dei lavori.

### **Transenne metalliche**

Le transenne metalliche devono:

- essere del tipo modulare a doppia asta tubolare corrente, posate lungo tutto il perimetro degli scavi interessati, compreso le testate, ed adeguatamente fissate a terra mediante barre di ancoraggio e blocchi in calcestruzzo. Le testate dovranno essere realizzate con tavole o lamiere metalliche nervate o colorate a strisce inclinate bianche e rosse. Le tavole o lamiere avranno un'altezza non inferiore a cm 20 e saranno fissate su appositi sostegni;
- distare non meno di 50 cm dal bordo dello scavo;
- essere continue, cioè non devono presentare interruzioni che consentano di penetrare involontariamente all'interno della recinzione;
- essere stabili, cioè non abbattibili dall'urto involontario di un pedone;
- essere integrate da lanterne e lampade di illuminazione;
- essere integrate con i cartelli di identificazione del Stazione Appaltante;
- essere mantenute in costante efficienza (cartelli compresi) per quanto riguarda sia lo stato dei materiali, sia la relativa segnalazione, ciò anche in caso di imprevista lunga inattività del cantiere;
- recintare sia lo scavo, sia tutti i materiali (di risulta o da costruzione) eventualmente disposti lungo lo scavo stesso;
- deve essere evitato l'abbandono di transennature e di materiali, specie se incendiabili;
- nelle zone transennate non devono permanere porzioni di impianto in condizioni tali da subire danni, anche per eventi atmosferici o azioni involontarie delle persone, degli animali o degli automezzi.

### **Sbarramenti, segnaletica stradale e cessate al di fuori delle aree di lavoro**

Quando richiesto espressamente dalla Vigilanza urbana o da altri Enti preposti alla vigilanza stradale, l'Appaltatore dovrà eseguire sbarramenti provvisori al di fuori dalle aree di lavoro, collocare dischi, targhe e triangoli sempre fuori dalle aree di lavoro e fornire cartelli per segnaletica speciale.

Le cesate saranno costruite ove espressamente richieste dalla Direzione Lavori per delimitare particolari aree di lavoro o depositi provvisori di materiali dal Stazione Appaltante lungo le aree di posa tubazioni.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla manutenzione degli sbarramenti, dei dischi, delle targhe, dei triangoli e dei cartelli e delle cesate per tutto il periodo del loro utilizzo incluso l'accensione e lo spegnimento delle lanterne e/o lampade.

### **Sbarramenti stradali**

Gli sbarramenti stradali saranno eseguiti mediante transenne secondo le indicazioni della Vigilanza urbana ed includeranno le necessarie lanterne e lampade a luce gialla intermittente ed i cartelli di sicurezza e stradali.

### **Dischi, targhe e triangoli**

I dischi (diametro 60 cm), le targhe (fino a 60 x 60 cm) ed i triangoli saranno collocati in punti isolati secondo le indicazioni della Vigilanza Urbana ed includeranno i necessari sostegni a base circolare o i cavalletti convenientemente zavorrati.

Il materiale sarà del tipo regolamentare ed in perfette condizioni.

### **Cartelli per segnaletica speciale**

I cartelli per segnaletica speciale saranno costituiti da tavole di legno multistrato del tipo impermeabile con spessore non inferiore a 15 mm, opportunamente rinforzate con telaio in legno o metallico.

I cartelli riporteranno le scritte che saranno richieste di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Per la posa dei cartelli saranno impiegati robusti pali di legno o tubi metallici zincati i quali potranno essere infissi nel terreno oppure fissati a blocchi di calcestruzzo prefabbricato secondo le istruzioni che verranno impartite.

Tutto il materiale sarà protetto con due mani di vernice bianca. Le scritte saranno generalmente in nero.

### **Cesate**

Le cesate potranno essere costruite sia con lamiere zincate ondulate, sia con rete metallica zincata o zincata e plastificata.

L'altezza delle cesate sarà compresa fra 2,00 e 2,30 m.

Le cesate con lamiere zincate saranno sostenute da struttura in tubolare in acciaio saldamente fissata a blocchi di calcestruzzo prefabbricato posti ad un intervallo non superiore a 2,00 m.

Le cesate con rete metallica saranno costituite preferibilmente da pannelli prefabbricati dal montaggio rapido sostenuti da montanti fissati a blocchi in calcestruzzo come precedentemente descritto.

Ove possibile e previa autorizzazione del Delegato Lavori, le piantane delle cesate potranno essere infisse direttamente nella pavimentazione o nel terreno.

Tutte le parti metalliche (ad eccezione degli elementi zincati) saranno perfettamente verniciate, nei colori indicati dal Stazione Appaltante.

L'Appaltatore dovrà mantenere le cesate in perfetto stato di conservazione e provvedere alla riparazione o sostituzione delle parti che dovessero essere danneggiate durante il periodo di utilizzo.

A fine utilizzo, le cesate saranno rimosse ed eventuali fori eseguiti nelle pavimentazioni dovranno essere accuratamente sigillati secondo le istruzioni del Delegato Lavori.

### **Cancelli in tubolari metallici**

Nelle aree di lavoro nei depositi provvisori protetti da recinzione sarà previsto un cancello in tubolari metallici.

Le dimensioni del cancello saranno tali da consentire il passaggio agevole degli automezzi che vi operano.

Il cancello sarà costituito da un telaio in tubolari metallici ben contraffortati, sopportato da robuste cerniere applicate sui montanti. Detti montanti saranno infissi nel terreno annegati in blocchi di calcestruzzo.

L'Appaltatore provvedere quindi ad applicare sul telaio in tubolare lamiere zincate o rete metallica in accordo con la recinzione dell'area stessa.

Per impedire il transito ai non addetti il cancello sarà provvisto di un robusto lucchetto con relativa catena.

#### *3.6.1.4 Passaggi temporanei*

In corrispondenza dei punti di passaggio pedonali (siano essi accessi a negozi, fabbricati o altri attraversamenti pedonali in genere) e/o di passaggi eseguiti per consentire il transito dei veicoli nei passi carrai, negli attraversamenti stradali e/o comunque ove occorra dare transito durante l'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere all'esecuzione di passerelle metalliche prefabbricate o impalcati realizzati con strutture metalliche e lamiere di acciaio del tipo antiscivolo di adeguato spessore.

I passaggi pedonali avranno una larghezza minima di 1,20 m e saranno dotati di corrimani, opportune segnalazioni ed illuminazione su entrambi i lati.

La formazione di passaggi temporanei, eseguiti per acconsentire il transito dei veicoli nei passi carrai, negli attraversamenti stradali e/o comunque ove occorra dare transito durante l'esecuzione dei lavori, sarà normalmente realizzata mediante lamiere di acciaio aventi dimensione minima di 1,00 x 2,00 m e spessore compreso fra 10 e 30 mm.

Detti passaggi saranno completati con adeguati cartelli di segnalazione e lampade di illuminazione regolamentari.

#### *3.6.1.5 Evacuazione delle acque dalle trincee*

L'Appaltatore dovrà provvedere alla realizzazione e manutenzione delle opere necessarie affinché le acque, anche piovane, eventualmente scorrenti sulla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi negli scavi, alla rimozione di ogni impedimento che si opponga al regolare deflusso delle acque e di ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di fossi di guardia, scoline, etc., il tutto senza provocare danni ad altri manufatti od opere e senza causare interruzioni nei lavori.

L'Appaltatore dovrà utilizzare mezzi idonei tali da garantire la continuità del prosciugamento ed il mantenimento dei programmi di lavoro, senza provocare danni alle opere e/o ad altri manufatti in genere, in particolare alle reti fognarie ed acquedottistiche presenti nel sottosuolo.

Gli oneri relativi all'aggottamento e all'eduazione delle acque dalle zone di lavoro si intendono compresi nei prezzi di offerta, ed in nessun caso daranno diritto a maggiori compensi, anche quando le venute di acqua siano da imputare a non completa tenuta di organi di intercettazione su reti di teleriscaldamento esistenti oggetto di lavori di completamento o espansione.

#### *3.6.1.6 Rimozione di trovanti*

Nel caso di rinvenimento nello scavo di trovanti non asportabili con i normali mezzi di scavo l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro rottura e rimozione.

Per tali lavori potrà usare i mezzi che riterrà più idonei, sottostando a quanto previsto dalle norme vigenti.

#### *3.6.1.7 Rimozione di ordigni bellici*

Nel caso di rinvenimento di eventuali ordigni bellici, l'Appaltatore è tenuto a darne immediata comunicazione alla Stazione appaltante e agli Enti preposti.

### **3.6.2 Scavi a sezione ristretta obbligata per la posa di tubazioni**

Gli scavi precederanno di norma i lavori di posa e saldatura o delle tubazioni e dovranno raggiungere le profondità indicate nei disegni di progetto ed avranno la larghezza prescritta. Il piano di posa dei tubi rispetterà rigorosamente le livellette definite in fase di progettazione esecutiva ed approvata dalla Stazione Appaltante, livellette che potranno subire modifiche rispetto a quelle di progetto, in conseguenza di imprevisti o varianti che potessero occorrere in corso d'opera. In generale il tracciato di posa delle tubazioni correrà all'interno della carreggiata stradale, e si manterrà quanto più possibile distante dagli altri sottoservizi esistenti, mantenendo la distanza maggiore dai sottoservizi a maggiore profondità.

L'asse dello scavo, tranne che nei casi voluti dal tracciato, dovrà risultare perfettamente rettilineo. Il fondo risulterà piano, non ondulato, libero da qualsiasi protuberanza data da ciottoli, muri, vecchie fondazioni, etc. Le dimensioni delle nicchie in corrispondenza dei giunti, dei pezzi speciali e delle apparecchiature verranno stabilite dall'Appaltatore; ma dovranno essere sempre abbastanza ampie perché durante le prove idrauliche ed a condotta ultimata si possano eseguire le ispezioni e constatazioni volute.

In generale gli scavi dovranno essere eseguiti con idonei macchinari ed attrezzature. Eventuali scavi a mano non saranno riconosciuti salvo eccezionali casi, espressamente richiesti ed autorizzati dalla Stazione Appaltante.

Nel prezzo riportato nel computo metrico estimativo si intende compresa inoltre la ricerca di eventuali ordigni bellici con personale specializzato e relativi idonei strumenti di ricerca, compreso l'onere dello scavo eseguito per strati successivi della profondità richiesta, il fermo macchine durante la ricerca e quanto altro necessario per eseguire lo scavo in totale sicurezza.

### *3.6.2.1 Preparazione dell'area di superficie*

Prima di procedere a scavi su zone asfaltate, lo strato di asfalto dovrà essere tagliato usando macchine a lama rotante. Il disfacimento delle pavimentazioni bitumate potrà poi essere eseguito con martelli demolitori di tipo idraulico o pneumatico o direttamente con escavatore.

La pavimentazione demolita dovrà avere una larghezza coincidente con quella dello scavo. La pavimentazione dovrà essere asportata e trasportata a discariche autorizzate.

Per l'esecuzione di scavi in tratti con pavimentazioni lapidee (cubetti, masselli, lastre etc.) gli elementi dovranno essere rimossi con la massima cura, evitando danneggiamenti. Eventuali oneri ad essi conseguenti saranno a carico dell'Appaltatore.

La percentuale di pavimentazione rimossa da sostituire con materiale nuovo sarà valutata dalla Stazione Appaltante e comunicata all'Appaltatore prima dell'inizio dei lavori.

Le lastre in pietra naturale prima della rimozione dovranno essere per quanto possibile numerate in ordine progressivo per agevolare la loro ricollocazione durante il ripristino della pavimentazione.

Gli elementi così rimossi dovranno essere accatastati in luoghi indicati dalla Stazione Appaltante in posizione tale da non ostacolare il transito veicolare o pedonale.

L'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, ricostruire le opere che venissero danneggiate o compromesse per effetto delle demolizioni eseguite.

### *3.6.2.2 Dimensioni degli scavi*

Le sezioni minime di scavo standard ed in corrispondenza delle zone di saldatura delle tubazioni sono indicate negli elaborati grafici allegati; variazioni in aumento riconosciute potranno esserci solo a fronte di specifica autorizzazione della D.L.

Il tracciato e il profilo degli scavi, in terreni di qualsiasi natura e consistenza, sia all'asciutto sia in acqua, dovranno seguire quanto previsto nel progetto esecutivo. In relazione alla presenza di sottoservizi e all'altimetria del terreno, il cui rilievo è a carico dell'Appaltatore e previa autorizzazione della D.L., il tracciato e il profilo degli scavi potranno variare. Onde consentire la massima drenabilità delle tubazioni, si terrà inoltre conto di una pendenza di progetto dei collettori mediamente pari allo 0,5%.

Qualora in alcune situazioni locali non fosse possibile rispettare il valore minimo di profondità di posa e in particolare l'estradosso della tubazione fosse posto ad una profondità minore di 50 cm, la tubazione dovrà essere protetta da una copertura in magrone realizzato in opera dello spessore di 10 cm, armato con rete elettrosaldata di diametro 8 mm. Eventuali modifiche dovranno essere motivate e comprovate da sondaggi effettuati dall'Appaltatore.

#### *3.6.2.3 Armature degli scavi*

Ove necessario gli scavi dovranno essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare contro ogni pericolo le persone e le cose, ed impedire smottamenti di materiali durante l'esecuzione degli stessi e successivamente. Le armature di tipo parziale a rivestimento delle pareti dello scavo, di qualunque forma e dimensione, in terreno di qualsiasi natura, devono essere eseguite o con tavole verticali e puntelli o con apposite piastre metalliche a contrasti regolabili, posti ad interasse non superiore a 2,00 m.

Le armature del tipo chiuso per terreni spingenti, devono essere eseguite con tavole a marcia avanti o con cassature metalliche continue (blindaggi) anche infisse.

Nel corso degli scavi l'Appaltatore dovrà provvedere alla protezione e sostegno provvisorio di tutti i servizi aerei incontrati, siano essi traversanti o adiacenti lo scavo stesso.

In particolare per servizi adiacenti lo scavo, si fa riferimento a pali per: semafori, illuminazione, linee elettriche a BT, linee telefoniche o similari, di qualsiasi materiale sia in acciaio tubolare che in legno con cemento armato centrifugato e di qualsiasi peso, con un diametro massimo all'incastro nel terreno di 25 cm.

Detti pali dovranno essere provvisoriamente sostenuti o rinforzati mediante adeguata intelaiatura costituita da travi in legno o tubolari metallici, avente forma piramidale, costituita da almeno tre elementi di supporto adeguatamente vincolati ed ancorati alle estremità e controventati alla base da elementi orizzontali.

Il tutto dovrà risultare sufficientemente robusto ed atto a sostenere il palo in oggetto senza compromettere la sua stabilità e funzionalità.

#### *3.6.2.4 Demolizioni*

Qualora, durante l'esecuzione degli scavi, venissero rinvenuti manufatti che interferiscano con lo scavo stesso, l'Appaltatore dovrà darne immediata comunicazione al Delegato Lavori.

La demolizione di tali strutture potrà essere iniziata solamente dopo aver effettuato le necessarie misure e rilievi in contraddittorio.

Le demolizioni di manufatti saranno eseguite con martelli demolitori o altri mezzi meccanici appropriati e non è ammesso l'uso di esplosivo.

Dette demolizioni saranno eseguite ordinatamente secondo le dimensioni previste o stabilite di volta in volta dal Delegato Lavori, con le precauzioni necessarie e prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori, ed a terzi, o il danneggiamento di strutture o fabbricati adiacenti.

L'Appaltatore è quindi pienamente responsabile per tutti i danni che le demolizioni possano arrecare alle persone e alle cose; dovrà approntare le opportune protezioni nelle aree di lavoro e dovrà, a sua cura e spese, ricostruire o indennizzare le opere che venissero danneggiate e/o compromesse per l'effetto delle demolizioni eseguite.

Nelle demolizioni l'Appaltatore procederà in modo da non danneggiare i materiali che, a giudizio del Stazione Appaltante, siano reimpiegabili; dovrà pertanto provvedere alla cernita ed al trasporto in deposito di detti materiali in conformità alle disposizioni ricevute e con gli oneri derivanti da tali operazioni. È pertanto da considerarsi inclusa l'eventuale rimozione di inserti od opere metalliche ad esclusione del ferro di rinforzo dei cementi armati.

Tutto il materiale di risulta ed inutilizzabile dovrà essere immediatamente rimosso, caricato sia a mano che con mezzi meccanici e trasportato alle discariche autorizzate. Le opere o i manufatti, oggetto di tali interventi, saranno costituiti da murature in mattoni di qualsiasi forma, tipo e dimensione, murature in pietrame o strutture in calcestruzzo sia semplice che armato.

Sarà considerato calcestruzzo armato quel calcestruzzo avente un'armatura in ferro, superiore a 10 kg/m<sup>3</sup>.

#### *3.6.2.5 Pareti e fondo dello scavo*

L'Appaltatore dovrà ripulire accuratamente le pareti ed il fondo dello scavo da sassi, radici, spuntoni e qualsiasi altro materiale estraneo, caduto o rinvenuto all'interno dello scavo stesso.

Le pareti ed il fondo dello scavo dovranno risultare eseguite in modo da non presentare asperità che possano ledere l'integrità della tubazione e/o del rivestimento protettivo.

Successivamente, prima della posa della tubazione e per tutta la lunghezza della medesima, dovrà essere eseguito sul fondo dello scavo un idoneo letto di posa, secondo quanto specificato al paragrafo relativo alla posa delle tubazioni.

L'Appaltatore dovrà provvedere a mantenere lo scavo rifinito e sgombero da eventuali frane fino alla posa della tubazione.

#### *3.6.2.6 Scavi per attraversamenti e per posa tubazioni con tecnologie speciali*

Saranno eseguiti con mezzi adeguati in base alle situazioni operative esistenti (natura del terreno, presenza di servizi interrati etc.) e delle prescrizioni imposte dagli Enti competenti.

Nel caso di posa tubazioni eseguita con tecnologie speciali da Imprese di fiducia scelte dall'Appaltatore con il benestare della Stazione Appaltante, sarà compito dell'Appaltatore provvedere a tutto quanto necessario per l'effettuazione del lavoro secondo le regole dell'arte.

Nel caso di posa tubazioni eseguita con tecnologie speciali da Imprese di fiducia scelte direttamente dalla Stazione Appaltante, l'Appaltatore provvederà alle prestazioni di normale assistenza e alla preparazione delle fosse di postazione, di infilaggio e recupero, delle platee e dei muri di contrasto, per consentire l'installazione delle necessarie attrezzature.

#### *3.6.2.7 Scavi per adeguamento reti o allacciamenti su tratte esistenti*

Saranno eseguiti, di norma, per consentire interventi su tubazioni in esercizio (allacciamenti di nuove utenze, adeguamento di reti ed impianti, etc.). Le dimensioni dello scavo saranno in generale analoghe a quelle tipiche di scavo per posa di nuove tubazioni, ma potranno essere variate di volta in volta dalla Stazione Appaltante.

L'Appaltatore, oltre ad osservare tutte le modalità precedentemente descritte, dovrà usare particolari accorgimenti per non danneggiare né la tubazione, né il suo rivestimento.

In particolare:

- nelle fasi iniziali di scavo, si dovrà operare con la massima cura e attenzione in modo tale da individuare esattamente la posizione e la profondità della tubazione ed eventuali servizi adiacenti;
- potranno essere usati mezzi meccanici per lo scavo avendo sempre cura che gli stessi non vengano mai a contatto con la tubazione; la restante parte dello scavo dovrà essere eseguita a mano.

Nel caso di scavi per la costruzione di cunicoli, per la messa in opera di tubi di protezione o per la riparazione del rivestimento isolante, per l'abbassamento e/o spostamento di tubazioni in esercizio etc., dovranno essere adottati tutti gli opportuni ed i necessari accorgimenti per assicurare il sostegno e la stabilità della tubazione interessata.

Il rispetto delle disposizioni di cui sopra non solleva l'Appaltatore dal condurre le verifiche richieste, dalle responsabilità operative circa la sicurezza dei lavori e dagli eventuali danni che dovessero manifestarsi sulle reti esistenti in corrispondenza delle zone interessate dai lavori.

### **3.6.3 Interferenze con i sottoservizi**

L'Appaltatore, prima di iniziare gli scavi per la posa delle tubazioni del teleriscaldamento, deve eseguire le opportune indagini per verificare che il posizionamento delle stesse non interferisca con altri sottoservizi esistenti. Tali indagini saranno eseguite, a discrezione dell'Appaltatore, con le tecniche e nel numero da lui ritenuto opportuno. Gli oneri relativi a tali indagini sono compresi nei prezzi contrattuali relativi agli scavi.

L'Appaltatore è tenuto ad assicurare, anche con eventuali strutture di sostegno o di protezione, l'incolumità dei servizi interrati preesistenti, restando a suo carico ogni responsabilità per i danni arrecati sia direttamente sia indirettamente, durante le fasi di scavo e di reinterro, tanto alle opere quanto agli utenti delle stesse.

La messa a nudo di tubazioni o di altri servizi interrati dovrà essere eseguita in accordo con i proprietari, con idonei macchinari di scavo od attrezzature. Eventuali scavi a mano non saranno riconosciuti.

Qualora nel corso dei lavori si rinvenissero avarie o si arrecassero danni di qualunque genere a servizi interrati preesistenti, l'Appaltatore dovrà immediatamente segnalarli

sia alla Stazione Appaltante sia all'Ente interessato, per i provvedimenti del caso. Ugualmente sarà cura dell'Appaltatore, qualora avesse a localizzare un qualsiasi sottoservizio non precedentemente noto, segnalarne l'esistenza alla Stazione Appaltante ed all'Ente o Azienda proprietari del servizio stesso.

Di norma i servizi preesistenti dovranno essere sopra o sottopassati, in accordo con la Stazione Appaltante, evitando di spostarli o danneggiarli. Saranno a carico della Stazione Appaltante unicamente le spese occorrenti per quegli spostamenti e quelle modifiche delle opere sotterranee esistenti, inevitabili e strettamente indispensabili, per la realizzazione delle opere progettate. Tali interventi dovranno essere esplicitamente autorizzati dalla Stazione Appaltante.

In particolare, su specifica richiesta della Stazione Appaltante, potranno essere eseguite rimozioni di tratte di tubazione o caditoie o pozzetti, con successiva ricostruzione a regola d'arte, secondo specifiche disposizioni della Stazione Appaltante, comprensive di collaudo. Gli oneri conseguenti saranno riconosciuti.

Per le distanze minime tra le tubazioni della rete di distribuzione del calore e gli altri sottoservizi dovranno essere rispettate le prescrizioni degli Enti proprietari. In generale è richiesto, da parte di questa Stazione Appaltante, una distanza in asse fra due tubazioni parallele non inferiore a  $1,0 \times (D1+D2)$ , ove D1 e D2 sono i diametri esterni delle due tubazioni parallele appartenenti a due Enti distinti, con un minimo di 30 cm di franco.

Per i parallelismi ed attraversamenti delle ferrovie saranno applicate di norma le prescrizioni del D.M. 2445 del 23.02.1971.

Particolare cura dovrà essere posta nelle interferenze con acquedotti, caditoie, pozzetti pluviali e fognari, tubazioni facenti parte di reti fognarie bianche o nere, evitando qualsiasi danneggiamento. Eventuali danni saranno, come già specificato, a carico dell'Appaltatore.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutti i maggiori oneri e magisteri derivanti dall'esistenza nella sede dei lavori delle opere sotterranee anzidette, dall'esecuzione dei lavori in condizioni disagiate e difficoltose, dal rispetto delle particolari prescrizioni della Stazione Appaltante e delle Amministrazioni o Enti interessati alle opere sotterranee ad ai sottopassi, ivi compresa anche l'esecuzione delle strutture di sostegno delle opere esistenti e delle particolari armature e sbadacchiature degli scavi.

Tutti gli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere per eventuali maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono remunerati nell'importo contrattuale di appalto in caso di lavori compensati a corpo e dai prezzi di computo metrico estimativo in caso di lavori compensati a misura, e dai prezzi stabiliti dall'Elenco e/o nell'importo contrattuale di appalto.

#### **3.6.4 Disposizioni particolari per i lavori stradali o su aree verdi - Permessi di scavo**

Qualora i lavori interessino suolo pubblico con aree verdi, banchine in terra battuta o alberate, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto prescritto dall'Amministrazione Comunale.

Nel caso i lavori interessino strade su cui transitino mezzi di pubblico trasporto, l'Appaltatore dovrà prendere preventivi accordi con l'Ente interessato. Eventuali oneri conseguenti a modifiche del servizio pubblico di trasporto saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla sorveglianza degli eventuali scavi aperti secondo le disposizioni vigenti in materia (cfr. il Piano di Sicurezza e Coordinamento).

Per le disposizioni specifiche relative alla procedura da seguire per l'ottenimento dei permessi di scavo, ai tempi massimi di scavo e ripristino, relativamente ai lavori da eseguire all'interno del territorio comunale si farà riferimento alle disposizioni dell'Amministrazione Comunale.

Ulteriori eventuali disposizioni emanate dalle Autorità Comunali nel corso dei lavori dovranno essere prontamente recepite, senza che ciò possa costituire motivo alcuno di richiesta di maggiori oneri da parte dell'Appaltatore.

Tutte le pratiche inerenti le attività conseguenti alla posa delle tubazioni di Teleriscaldamento sono a carico dell'Appaltatore. Gli oneri conseguenti sono stati valutati e inseriti nell'analisi dei prezzi unitari.

L'appaltatore è obbligato a predisporre, almeno 20 giorni prima dell'inizio dei lavori, un proprio programma esecutivo nel quale devono essere riportate, per ogni lavorazione, le seguenti informazioni:

- una previsione sulla località d'intervento e sulla durata dell'esecuzione delle singole lavorazioni (scavi, posa delle tubazioni, eventuali operazioni di prepensionamento, rinterrì, ripristini provvisori e definitivi);
- l'ammontare presunto (parziale e progressivo) dell'avanzamento dei singoli lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento.

Il cronoprogramma deve contenere tutte le macro informazioni necessarie (località d'intervento e tempi d'esecuzione) e deve essere consegnato almeno 20 giorni prima dell'inizio delle attività. Almeno 7 giorni prima dell'inizio delle attività deve essere consegnato alla Stazione Appaltante il cronoprogramma specifico di ogni singolo cantiere, inteso come fronte di scavo, con particolare riferimento alle attività ed ai tempi di esecuzione del cantiere stradale.

Il cantiere stradale, che di norma comporta una modifica viabile, dovrà essere supportato da planimetrie esplicative degli spazi d'ingombro e delle distanze da punti fissi quali: alberi, binari, fabbricati, marciapiedi, etc.

Ogni deroga alle Norme Vigenti (DM n° 2445 del 23 febbraio 1971, Norme di manomissione del verde pubblico, etc.) dovrà essere concordata preventivamente con gli Enti interessati e relazionati alla Stazione Appaltante. Ogni cantiere dovrà sempre rispettare quanto previsto dal Nuovo Codice della Strada o da quanto indicato dalle Autorità Cittadine; l'inosservanza alle Norme e/o prescrizioni potrà essere oggetto di sanzione Amministrativa, come previsto nel contratto, o sospensione dei lavori. La planimetria e quanto necessario all'ottenimento dell'autorizzazione dovranno essere presentati dall'Appaltatore alla Stazione Appaltante almeno 25 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Ricevuto il benestare all'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà inoltrare la richiesta necessaria all'ottenimento dell'Ordinanza.

Almeno 2 giorni prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore dovrà compilare ed inoltrare alla Stazione Appaltante copia del documento autorizzativo con l'indicazione delle eventuali prescrizioni, copia dello stesso dovrà essere custodito in cantiere.

Sono a carico dell'appaltatore tutti gli oneri richiesti per l'occupazione di suolo pubblico. Ogni eventuale richiesta di proroga e/o deroga a quanto indicato sulle Autorizzazioni ottenute sono ad esclusivo carico dell'Appaltatore come anche ogni ammenda e/o

sanzione Amministrativa che sarà elevata per inosservanza delle prescrizioni impartite in fase autorizzativa o a causa di eventuali ritardi all'ultimazione dei lavori.

A lavori ultimati dovrà essere inviata comunicazione a mezzo raccomandata di fine lavori all'Ufficio Comunale di competenza e per conoscenza alla Stazione Appaltante; eventuali richieste o prescrizioni da parte dell'Amministrazione Comunale od eventuali non conformità delle opere di ripristino segnalate dalla stessa dovranno essere comunicate alla Stazione Appaltante.

### **3.7 RINTERRI**

#### **3.7.1 Avvertenze generali**

Per la formazione dell'opera di rinterro, e fino alle quote prescritte dall'Appagante, in conformità all'art. 34, comma 3 della L.R. n. 27/03, si impiegheranno in generale tutte le materie provenienti dagli scavi eseguiti sul lavoro, se queste, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sono conformi all'uso di cui se ne deve fare. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole ovunque l'Appaltatore credere di sua convenienza, purché i materiali siano conformi, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, a quanto previsto nel paragrafo del presente Capitolato dedicato ai rinterri.

In generale, per i rinterri si dovranno impiegare materie sciolte, o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano generando spinte. Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione.

#### **3.7.2 Inizio dei lavori di rinterro**

Il rinterro seguirà immediatamente le operazioni di posa della tubazione nello scavo e dovrà essere eseguito, di norma, col consenso della Stazione Appaltante. Ovviamente, prima di procedere al rinterro dovranno essere ultimate tutte le operazioni connesse alla regolare posa delle tubazioni nella tratta interessata, come meglio specificato nei capitoli successivi.

In mancanza di specifico consenso, la Stazione Appaltante potrà ordinare, successivamente e nella misura ed estensione ritenuta opportuna, scavi di indagine intesi ad accertare la corretta esecuzione dei lavori, ad esclusivo onere dell'Appaltatore.

La posa dei cavidotti in corrispondenza della rete di teleriscaldamento e dei relativi pozzetti avverrà contestualmente alle operazioni di rinterro, terminata la fase di colmataura con sabbia e durante la fase di colmataura con il materiale di riempimento.

### **3.7.3 Materiale di riempimento**

Si definiscono due classi di materiale di riempimento: la sabbia e il materiale di riempimento.

#### *3.7.3.1 Sabbia*

È il materiale costituente il letto di posa e di riempimento sino a 20 cm sopra alla generatrice superiore della tubazione, posto in opera secondo le modalità e con gli spessori precisati nei punti seguenti.

Il materiale dovrà essere costituito esclusivamente da sabbia di fiume vagliata e lavata, esente da detriti, materiale organico, pietre o qualsiasi altro materiale estraneo e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Curva granulometrica (percentuali espresse in peso):

- Passante al vaglio 3 mm: 100%
- Passante al vaglio 1 mm: >75%
- Passante al vaglio 0.06 mm: <5%

Argille o materiali espansivi in presenza di acqua:

- assenti

Si fa assoluto divieto di utilizzo di sabbia proveniente da operazioni di macinatura in cava.

#### *3.7.3.2 Materiale di riempimento*

Il materiale di riempimento viene interposto ai seguenti strati:

- in carreggiata: strato compreso tra il letto di sabbia e la massicciata stradale;
- in marciapiede: strato compreso tra il letto di sabbia ed il sottofondo;

- in aree non pavimentate: strato compreso tra il letto di sabbia ed il terreno viabile.

Generalmente viene utilizzato quale materiale di riempimento il materiale di risulta degli scavi, se esso è ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. Qualora il materiale di risulta degli scavi non risultasse idoneo, per le operazioni di rinterri degli scavi dovranno essere utilizzati i seguenti materiali:

- per i rinterri eseguiti sulla Strada Provinciale: inerte stabilizzato a calce e/o cemento in ragione di 100 kg/m<sup>3</sup>; tale inerte dovrà essere costituito da ghiaia stabilizzata di pezzatura non superiore a 25 mm;
- per i rinterri eseguiti sulle strade di competenza comunale: inerte misto cava di pezzatura, composto per almeno il 95% da elementi aventi dimensione inferiore a 50 mm.

Sarà fatto divieto assoluto all'impiego di materiali argillosi o di materiali che con l'assorbimento di acqua potrebbero rammollirsi o gonfiarsi generando spinte non prevedibili.

### **3.7.4 Modalità di riempimento**

#### *3.7.4.1 Sabbia*

La posa in opera della sabbia, posta a contatto della tubazione sotto, di fianco e sopra della stessa dovrà avvenire secondo le modalità indicate qui di seguito:

#### **Materiale posto sotto tubazione (letto di posa)**

Dovrà essere deposto per tutta la larghezza della trincea e compattato a mano con cura ordinaria mediante l'utilizzo di pala. Lo spessore minimo finale dello strato al di sotto della generatrice inferiore della tubazione dovrà essere di 10 cm per ogni tipo di terreno. Per nessun motivo sarà consentita la posa delle tubazioni su spessori di letto di posa inferiori a 10 cm. La superficie dovrà risultare piana e con l'inclinazione richiesta; su tale fondo saranno posate le tubazioni. Per nessun motivo sarà accettato il posizionamento delle tubazioni avvalendosi di spessori temporanei posti al di sotto di queste, con successiva posa dello strato costituente il letto di posa.

**Materiale posto di fianco alla tubazione per uno spessore che va dalla generatrice inferiore del tubo fino al centro dello stesso**

Deposto in strati non superiori a 15 cm per tutta la larghezza della trincea, sarà compattato con molta cura mediante pestello o similare, con l'avvertenza di compattare di fianco alla tubazione evitando di intervenire direttamente sopra la stessa.

### **Materiale posto al di sopra della generatrice superiore della tubazione**

Deposto in unico strato con compattazione finale, dovrà essere garantito uno spessore minimo compattato di 20 cm al di sopra della generatrice superiore della tubazione. In corrispondenza dello sviluppo delle tubazioni la compattazione dovrà avvenire a mano, evitando di caricare con macchine o mezzi vibranti direttamente la parte superiore della tubazione stessa. Le caratteristiche di umidità della sabbia dovranno essere tali da consentire un'adeguata compattazione della stessa. Per favorire la compattazione della sabbia stessa, potrà essere necessario bagnare il materiale steso nello scavo.

### **Materiale posto al di sopra dei cavidotti**

Terminato lo strato di cui al punto 0 saranno stesi i cavidotti per i cavi di segnale e sopra di essi andrà deposto uno strato di ricoprimento di sabbia di 5 cm.

In caso di mancato rispetto delle prescrizioni per la posa della sabbia è facoltà della Stazione Appaltante sospendere i pagamenti della tratta di rete interessata fino all'adeguamento della stessa secondo le prescrizioni sopraelencate.

### **Nastri di segnalazione**

Superiormente all'ultimo strato di sabbia dovranno essere collocati i nastri di segnalazione da sistemare sulla proiezione verticale esterna delle tubazioni con scritta **"rete di teleriscaldamento"**.

#### *3.7.4.2 Materiale di riempimento*

La posa in opera del materiale di riempimento dovrà sempre avvenire in modo tale da evitare che venga meno lo spessore di ricoprimento minimo indicato per la sabbia; durante il riempimento dei primi strati si dovrà evitare scrupolosamente che il materiale vada a cadere violentemente in corrispondenza delle tubazioni.

La messa in opera del materiale di riempimento dovrà avvenire per strati orizzontali e regolari di altezza da 30 a 50 cm.

Dopo la posa, ciascun strato verrà compattato con mezzi idonei incluso l'impiego della piastra vibrante o di altri mezzi, in funzione della larghezza fino ad ottenere un efficiente costipamento del riempimento.

La Stazione Appaltante si riserva il diritto di verificare in qualsiasi momento il grado di costipamento in sito; si dovrà verificare per i vari strati, un grado di compattazione non minore del 95% della densità di riferimento di ciascuno strato; tale densità di riferimento sarà ricavata in laboratorio utilizzando provini costipati della densità massima secondo AASHO (*Protector Standard*).

L'uso di acqua per bagnatura ed umidificazione del materiale è lasciato alla totale discrezione dell'appaltatore, che risponderà di eventuali danni alle opere esistenti nello scavo steso o derivanti da infiltrazioni e percolazioni in fabbricati adiacenti.

Durante la messa in opera di materiale di riempimento in adiacenza a manufatti e servizi in genere, si dovranno impiegare tutti gli accorgimenti necessari in modo da evitare possibili sfiancamenti, deformazioni o danni.

È vietato lo scarico diretto dei materiali di riempimento contro i manufatti.

I riempimenti a ridosso di strutture saranno eseguiti solamente quando le malte o i conglomerati cementizi avranno raggiunto una sufficiente stagionatura, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori.

Tutti i rinterri e/o riempimenti dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore, pertanto, non potrà procedere a nessun riempimento senza averne ottenuto il preventivo benestare; in caso contrario sarà obbligato, se necessario, a rifare lo scavo senza alcun compenso addizionale.

I riempimenti saranno normalmente eseguiti in una unica fase a meno di condizioni particolari ove è necessario effettuare la posa in opera di servizi ad una quota superiore rispetto a quelli collocati sul fondo dello scavo. Tali riempimenti saranno pertanto realizzati in due o più fasi mediante la formazione di un piano intermedio all'interno dello scavo stesso.

### **3.7.5 Accorgimenti nel posizionamento dei giunti**

L'Appaltatore dovrà curare particolarmente l'alloggiamento delle giunzioni fra le tubazioni in modo tale da garantire che la reazione del terreno sia distribuita lungo tutta la tubazione e non sia concentrata in corrispondenza delle muffolature.

### **3.7.6 Controlli**

La Stazione Appaltante ha facoltà di far eseguire assaggi mediante scavi sui rinterri eseguiti e controlli con apposite attrezzature, per verificare la qualità e gli spessori del materiale utilizzato.

In caso di non rispondenza dei rinterri a quanto precisato nei punti precedenti la Stazione Appaltante potrà richiedere la ri-esecuzione completa o parziale dei lavori, a cura e spese dell'Appaltatore.

Al termine delle operazioni di rinterro, la Stazione Appaltante si riserva di effettuare prove di collaudo in opera che attestino le caratteristiche di quanto realizzato, in accordo alle specifiche dell'Amministrazione Comunale competente. L'onere di tali prove graverà sull'Appaltatore.

### **3.7.7 Manutenzione dei rinterri**

L'Appaltatore, sotto la propria responsabilità e senza che occorran particolari inviti da parte della Stazione Appaltante o dagli Enti competenti, dovrà curare la manutenzione continua dei rinterri in modo da mantenere il piano viabile senza avvallamenti o convessità, perfettamente piano e pulito, sgombero da qualsiasi materiale (ghiaia, terra, etc.), nel rispetto delle prescrizioni degli Enti competenti e/o della Stazione Appaltante.

Fino alla redazione del verbale di consegna delle strade all'Amministrazione Comunale l'Appaltatore è l'unico responsabile per danni a persone e/o cose cagionati da re-interro irregolare.

## **3.8 RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONI**

### **3.8.1 Generalità**

L'Appaltatore dovrà provvedere ai ripristini provvisori e definitivi del manto stradale e delle aree verdi su suolo pubblico.

Tali ripristini dovranno essere effettuati in accordo alle disposizioni emanate dalle Amministrazioni Comunali.

L'Appaltatore è tenuto alla manutenzione continua di tutta la superficie ripristinata con l'obbligo di intervenire, senza che occorran richieste in tal senso da parte della Stazione Appaltante e/o degli Enti competenti. Dovrà quindi eseguire a totali sue spese le ricariche ed i livellamenti che si rendessero necessari per cedimenti o difetti di sagomatura della parte ripristinata dalla data di esecuzione dei lavori sino a tutto il periodo di garanzia. Tale obbligo permane anche dopo il suddetto periodo, qualora i difetti riscontrati risultassero imputabili all'Appaltatore. Eventuali interventi eseguiti d'urgenza nei tratti interessati dagli scavi saranno addebitati all'Appaltatore, per tutto il periodo di cui sopra. Fino alla redazione del verbale di consegna delle strade all'Amministrazione Comunale l'Appaltatore è l'unico responsabile per danni a persone e/o cose cagionati da ripristini irregolari.

L'Appaltatore dovrà inoltre provvedere ai ripristini definitivi di tutte le aree private per riportare lo stato dei luoghi alla situazione preesistente; nel caso siano stati eseguiti altre opere non direttamente connesse alla posa della rete del Teleriscaldamento, la quota di ripristino da eseguire a carico della Stazione Appaltante verrà preventivamente comunicata all'Appaltatore dalla Stazione Appaltante. L'Appaltatore dovrà presentare alla Stazione Appaltante, per l'approvazione, un preciso programma dei ripristini, che dovrà essere legato alla esecuzione della posa delle tubazioni. Il mancato rispetto dei termini stabiliti, sia per i singoli lotti che per la totalità dei ripristini, sarà soggetto alle penali previste nel Contratto.

Inoltre tutti gli oneri eventualmente sopportati dalla Stazione Appaltante per gli intralci causati, saranno a carico dell'Appaltatore stesso.

Salvo diverse disposizioni della Stazione Appaltante, il ripristino dovrà essere eseguito con materiali uguali, per caratteristiche e spessori, a quelli della pavimentazione preesistente.

A lavori ultimati l'Appaltatore dovrà presentare alla Stazione Appaltante una dichiarazione liberatoria di buona esecuzione delle opere.

### **3.8.2 Ripristini provvisori delle carreggiate stradali e dei marciapiedi**

Allo scopo di limitare al minimo indispensabile ogni interferenza o interruzione della viabilità sia in sede stradale sia su marciapiedi, l'Appaltatore, prima di riaprire l'area di Cantiere alla viabilità, dovrà eseguire i ripristini provvisori della zona interessata dai lavori.

#### *3.8.2.1 Caratteristiche dei materiali*

I materiali dovranno essere di ottima qualità e corrispondenti alle relative norme di accettazione emesse dal C.N.R. vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

#### **Inerti**

Gli inerti dovranno avere elevate caratteristiche di compattezza e di durezza e dovranno essere privi di materie eterogenee; dovranno provenire dalla frantumazione di pietrame e ciottoli e per la sabbia e la ghiaia anche da formazioni naturali.

Le pezzature previste saranno le seguenti:

- additivo per conglomerati bituminosi: inferiore a 0,075 mm;
- sabbia da 0,075 a 1 mm;
- graniglia da 2 a 10 mm;
- pietrisco da 10 a 25 mm;
- pietrisco da 25 a 70 mm.

#### **Leganti**

Bitumi:

Dovranno essere di origine naturale o derivare dalla lavorazione dei petroli o dalle rocce asfaltiche; dovranno avere idonea capacità legante, un peso specifico compreso tra 1 e 1,6 Kg/dm<sup>3</sup> alla temperatura di 25°C, ed un grado di penetrazione compreso, di norma, tra 80-100 e comunque idoneo all'impiego specifico.

Emulsioni bituminose:

Dovranno essere composte con una miscela di bitume avente grado di penetrazione compreso tra 150-200, nella proporzione del 55%, con una soluzione di acqua e collante; queste ultime in quantità pari all'1% sul peso totale dell'emulsione.

### **3.8.3 Ricarica di pavimentazione**

Tra l'ultimazione dei rinterri e/o ripristini provvisori ed i ripristini definitivi, le superfici dovranno essere mantenute regolari anche mediante ricariche di materiali.

Detta attività deve essere svolta a spese e cura dell'Appaltatore in quanto i relativi oneri sono stati considerati nei Prezzi di Elenco.

### **3.8.4 Ripristini definitivi delle carreggiate stradali**

Il ripristino definitivo della pavimentazione delle carreggiate stradali si ottiene mediante due operazioni successive, la scarificazione di una porzione del manto provvisorio e la posa del manto di usura.

#### *3.8.4.1 Scarificazione (fresatura) di conglomerato bituminoso*

La scarificazione della massicciata bituminosa sarà eseguita ove richiesto dalla Stazione Appaltante e/o dagli Enti competenti al fine di preparare una base per l'applicazione del manto di usura in conglomerato bituminoso e per realizzare il perfetto raccordo della parte da ripristinare con la pavimentazione esistente. La superficie di scarifica coincide con la superficie di ripristino provvisorio.

L'Appaltatore dovrà eseguire la scarificazione delle superfici pavimentate per le superfici ordinate e per uno spessore indicato in computo metrico.

Il lavoro sarà realizzato con l'impiego di adeguate macchine fresatrici semoventi munite di teste fresanti a freddo, opportunamente predisposte per le larghezze e le profondità da scarificare.

Le superfici così lavorate dovranno essere perfettamente pulite mediante spazzatrici o getti di aria o acqua in pressione e tutto il materiale dovrà essere rimosso, caricato e trasportato alle discariche autorizzate.

#### *3.8.4.2 Manto di usura*

Costituisce lo strato direttamente soggetto all'azione dei carichi viari.

Salvo diverse prescrizioni della Stazione Appaltante e/o degli Enti competenti avrà di norma, una larghezza pari a quella dell'area scarificata.

Il manto di usura sarà costituito da una miscela di sabbia, pietrisco (10 a 25 mm), graniglia e additivi, mescolati con bitume a caldo e steso a caldo.

Gli inerti utilizzati dovranno essere compatti, lavati, esenti da ogni altra sostanza eterogenea, con pezzatura 0-8 mm, opportunamente assortiti in funzione della propria granulometria.

Il bitume dovrà essere del tipo normalizzato, con penetrazione 80-100 ed avrà una quantità in peso, riferita al peso a secco degli aggregati, compresa tra il 5 e il 6%.

La preparazione della miscela dovrà essere eseguita con appositi impianti a caldo, attrezzati a compiere tutte le operazioni necessarie, quali essiccazione e depolverizzazione degli inerti, il riscaldamento degli inerti e del bitume, la loro miscelazione, il tutto a temperatura costante, in modo che il pietrisco (10 a 25 mm) bitumato sia steso a temperatura non inferiore a 100°C. in uno strato di spessore sciolto corrispondente allo spessore richiesto dalla Stazione Appaltante.

Al fine di garantire la perfetta reciproca adesione degli strati, l'operazione di stesa del pietrisco (10 a 25 mm) bitumato dovrà essere preceduta dalla perfetta pulizia del piano di posa e dall'applicazione sullo stesso di emulsione bituminosa al 55%, in ragione di 0,80 Kg al mq, mediante apposite macchine spruzzatrici.

Lo strato steso con macchine vibrofinitrici, deve essere cilindrato con rulli del peso di 6-8 t oppure con adeguato rullo vibrante avendo cura di passare sempre per una striscia di minima di 20 cm sulla superficie cilindrata.

A cilindatura ultimata si dovrà estendere sul manto un velo uniformemente diffuso di materiale siliceo, avente pezzatura fine.

Lo spessore minimo del manto di usura dovrà essere di 3 cm misurati dopo cilindatura.

### **3.8.5 Ripristini di pavimentazione particolari e cordoli di marciapiede**

#### *3.8.5.1 Generalità*

I ripristini di pavimentazione in masselli o lastre di pietra naturale, cubetti di porfido, ed il riassetto o la posa di cordonature sia in granito che in calcestruzzo prefabbricato saranno di norma effettuati con i materiali provenienti dalle rimozioni.

Elementi nuovi saranno forniti e posati a sostituzione e/o integrazione di materiale mancante o danneggiato non per responsabilità dell'Appaltatore.

#### *3.8.5.2 Masselli di pietra o lastre di granito*

Saranno considerati masselli le pietre naturali che avranno la forma di un parallelepipedo rettangolare a superfici piane regolari, uno spessore di circa 15 cm e dimensioni variabili in larghezza da 32 a 40 cm ed in lunghezza da 48 a 60 cm.

Saranno invece considerate lastre di granito tutti quegli elementi di forma rettangolare aventi la dimensione trasversale superiore a 40 cm e la dimensione longitudinale superiore di almeno tre volte la larghezza dell'elemento stesso.

La superficie di fondazione prima della stesura della sabbia dovrà essere livellata ed adeguatamente compattata in modo da raggiungere un ottimo grado di costipamento.

La posa in opera verrà eseguita su di un letto uniforme di sabbia di spessore compreso tra gli 8 e 10 cm.

I masselli saranno stesi sul letto di sabbia con la dovuta cura e saranno assestati mediante l'impiego di mazzeranghe in legno del peso di almeno 12 kg, in modo che abbiano a disporsi secondo una superficie continua e regolare con le sagome e le quote stabilite.

Per favorirne l'assestamento, sia la posa che la battitura saranno accompagnate da bagnature del letto di sabbia.

I masselli saranno disposti, rispettando la tipologia delle zone adiacenti, in corsi rettilinei e paralleli.

La disposizione dei corsi in corrispondenza ai binari tranviari, alle bocchette di servizi sotterranei, etc. sarà particolarmente curata al fine di adattare i vari pezzi di pietra alle condizioni particolari incontrate.

Nei corsi rettilinei, si dovrà prestare particolare cura affinché i lati maggiori risultino perfettamente allineati.

A tale scopo detto allineamento dovrà essere verificato con un filo teso ed eventualmente corretto effettuando i necessari ritocchi sia di linea che di piano.

I lati minori dovranno risultare sfalsati di corso in corso ed i masselli saranno posti in opera perfettamente accostati in modo che i giunti risultino di larghezza massima di un centimetro (1 cm).

I giunti saranno successivamente intasati con sabbia applicata a mezzo di scopa ed acqua sino a completa chiusura.

A lavoro ultimato la pavimentazione dovrà presentare superfici e profili regolari ed uniformi, senza dislivelli e discontinuità apprezzabili tra i masselli e perfettamente raccordata con le pavimentazioni esistenti.

#### *3.8.5.3 Cubetti di porfido*

I cubetti di porfido saranno classificati a seconda della lunghezza in centimetri dei loro spigoli e potranno trovarsi nelle pavimentazioni con assortimenti variabili da 4 a 6 cm, fino ad assortimenti di 12-16 cm, dove per assortimento si intende l'insieme di elementi uniformi aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopraindicati.

I cubetti saranno posti in opera su di un letto di sabbia avente uno spessore minimo di 6 cm per gli assortimenti minori ed uno spessore minimo 8 cm per gli assortimenti maggiori.

I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti in modo che l'incontro degli elementi di un arco con quelli di un altro avvenga sempre ad angolo retto; saranno raccolti in corsi o filari paralleli in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi d'imposta, a meno di particolari adattamenti locali o speciali configurazioni planimetriche esistenti.

La posa dei cubetti dovrà essere realizzata a regola di arte e nel modo più accurato affinché i cubetti risultino pressoché a contatto prima di qualsiasi battitura e gli archi siano perfettamente regolari.

L'assestamento sarà realizzato mediante battiture, da eseguirsi a più riprese, contemporaneamente ed uniformemente su tutta la larghezza della pavimentazione con l'ausilio di pestelli metallici di peso non inferiore a 20 kg e con l'aggiunta di abbondanti bagnature del piano di posa.

A battitura ultimata, i giunti fra i cubetti non dovranno avere in nessun punto una larghezza superiore a un centimetro (1 cm).

La pavimentazione verrà successivamente ricoperta con un sottile strato di sabbia vagliata avente elementi di dimensioni non superiori a 4 mm; la sabbia verrà fatta penetrare mediante scope ed acqua in tutte le connessioni in modo che risultino perfettamente intasate.

Dopo aver regolarizzato i piani si procederà ad un'ultima battitura in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

Dove sia prevista la sigillatura dei giunti, questa dovrà essere eseguita non prima che siano trascorsi 20 giorni dall'apertura al traffico dell'area pavimentata.

Dopo aver riparato eventuali cedimenti o irregolarità, la pavimentazione dovrà essere lavata con acqua in pressione in modo da effettuare la pulizia dei giunti per 2-3 cm di profondità.

Appena la zona così trattata si sia sufficientemente asciugata, si procederà alla sigillatura dei giunti mediante la colatura di mastice bituminoso successivamente saturato con graniglia serpentinoso.

Il mastice, confezionato sarà colato tra le connessioni dei cubetti ad una temperatura compresa tra 150 °C e 180 °C.

#### *3.8.5.4 Cordoli in granito o cemento*

I cordoli in granito e cemento potranno essere formati da elementi sia retti che curvi o retti con bocca lupaia.

Prima della posa l'Appaltatore dovrà scavare la fondazione di conveniente dimensione.

La posa in opera sarà realizzata collocando gli elementi sopra un letto di appoggio in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo d'impasto, avente uno spessore minimo di 10 cm.

I cordoli saranno posati su calcestruzzo sufficientemente fresco e verranno assicurati nella posizione e quota prescritta riempiendo i vani laterali della fondazione con sufficiente calcestruzzo di rinfiacco.

L'allineamento ed il posizionamento in quota verranno accuratamente controllati sia in fase di posa che a lavoro compiuto.

Se necessario, i cordoli in granito saranno eventualmente corretti mediante le prestazioni di scalpellino.

Ove richiesto i giunti tra gli elementi in calcestruzzo prefabbricato saranno successivamente sigillati con malta di cemento.

#### *3.8.5.5 Riassetto dei cordoli*

Il riassetto dei cordoli riguarda l'operazione di rettifica dell'andamento planimetrico ed altimetrico degli elementi disassati.

Ove necessario saranno realizzate le sigillature cementizie, le lisciature, le riprese, etc. per rendere perfettamente funzionale ed eseguita a regola d'arte la cordonatura.

### **3.9 RETE DI DISTRIBUZIONE**

Nel seguito si riportano le specifiche tecniche relative ai componenti facenti parte della rete di distribuzione. Tali specifiche sono suddivise in:

- una parte relativa alla fornitura dei componenti, comprensiva di certificazione dei materiali e dei dispositivi forniti;
- una parte relativa alla realizzazione e posa in opera dei componenti comprensiva di eventuali prove e collaudi dei singoli componenti posati;
- una parte relativa al collaudo ed accettazione complessiva dell'opera nel suo insieme.

#### **3.9.1 Specifiche tecniche di fornitura**

I materiali e componenti oggetto della fornitura dovranno essere conformi a quanto di seguito specificato.

Eventuali varianti nella tipologia o nelle prestazioni dei componenti potranno essere specificamente autorizzate dalla Stazione Appaltante, sulla base di ragionevoli e comprovate motivazioni addotte. D'altra parte la Stazione Appaltante si riserva la facoltà di richiedere, con il dovuto preavviso ed a suo insindacabile giudizio, la fornitura di componenti con caratteristiche diverse da quanto indicato. Le proposte eventualmente avanzate dall'Appaltatore non potranno in alcun caso portare ad uno scadimento della qualità generale di quanto fornito o dell'opera nel suo insieme.

Nel seguito è fatto esplicito riferimento, per alcuni componenti, a particolari modelli o tipologie di componenti, anche con l'indicazione della specifica casa costruttrice. Resta inteso che l'Appaltatore potrà proporre all'approvazione della Stazione Appaltante

componenti di case concorrenti, purché con caratteristiche e prestazioni equivalenti a quanto indicato.

Tutti i fornitori/costruttori dovranno essere certificati per la Qualità secondo le norme ISO 9001:2000 e per il Sistema di gestione ambientale secondo le norme ISO 14001.

Tali certificati dovranno essere presentato all'atto dell'offerta dall'Appaltatore L'Appaltatore dovrà eseguire, sotto la sua esclusiva responsabilità, tutte le prove e i collaudi e fornire tutte le certificazioni necessarie ad accertare la completa corrispondenza della fornitura alle prescrizioni contenute nelle presenti Specifiche.

In ogni caso qualunque nuova tipologia di fornitura dovrà essere preventivamente autorizzata dalla Stazione Appaltante in base alle certificazioni, campionatura proposta ed eventuali ispezioni ritenute opportune o previste durante la fase di produzione, a suo insindacabile giudizio.

È facoltà della Stazione Appaltante rifiutare l'utilizzo di determinate tecnologie costruttive, descritte in seguito, a suo insindacabile giudizio.

#### *3.9.1.1 Requisiti di accettazione delle tubazioni e dei pezzi speciali preisolati*

I requisiti minimi di accettazione delle tubazioni e dei pezzi speciali preisolati sono i seguenti:

##### **Requisiti del produttore**

- l'azienda produttrice delle tubazioni e dei pezzi speciali deve essere dotata di un sistema di gestione della qualità certificato UNI EN ISO 9001;
- l'azienda produttrice delle tubazioni e dei pezzi speciali deve essere dotata di un sistema di gestione ambientale certificato UNI EN ISO 14001;
- l'azienda deve essere in grado di svolgere la verifica di resistenza a fatica dei componenti delle reti, in accordo alla norma UNI EN 13941:2003.

##### **Requisiti del prodotto**

Tutti i componenti preisolati (tubi di servizio, raccordi, valvole, giunzioni) devono essere prodotti in conformità alle seguenti norme:

- UNI EN 253:2003 (UNI EN 253:2005 A1) Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate

- direttamente - Assemblaggio di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico a base di poliuretano e tubi di protezione esterna in polietilene;
- UNI EN 448 - 2003 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di raccordi per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene;
  - UNI EN 488 - 2003 Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti di acqua calda interrate direttamente - Assemblaggio di valvole per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo di protezione esterna di polietilene;
  - UNI EN 489 - 2005 Tubazioni per il riscaldamento urbano - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti interrate di acqua calda - Assemblaggio - giunzione per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene.

I prodotti che non rispondono ai requisiti minimi sopra riportati non saranno in alcun modo accettati dalla stazione appaltante.

#### *3.9.1.2 Tubazioni preisolate*

Le tubazioni preisolate saranno costituite da un tubo interno in acciaio, uno strato intermedio in poliuretano espanso a cellule chiuse ed una camicia esterna in tubo in polietilene ad alta densità.

Il centraggio della tubazione in acciaio dovrà essere garantito dall'inserimento, durante il procedimento costruttivo, di appositi distanziali in materiale plastico.

Il programma di produzione del sistema di tubazioni dovrà essere completo di tutti i pezzi speciali usualmente richiesti.

I tubi di servizio dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Pressione Nominale	PN 25
	P235TR1 o P235TR2 in accordo alle EN 10217-1 o P235GH in accordo alle EN 10217-2 o EN 10217-5
Acciaio di qualità	con dimensioni e tolleranze secondo norma UNI EN ISO 4200 o norme equivalenti.

Saranno ammesse tubazioni con saldatura longitudinale, come pure tubazioni senza saldatura.

Per i tubi in acciaio con saldatura sarà ammesso l'impiego delle seguenti tecnologie di produzione:

- saldatura elettrica a resistenza;
- saldatura automatica ad arco sommerso.

Carico di snervamento non inferiore a  $235 \text{ N/mm}^2$

Carico di rottura compreso tra  $350 \text{ N/mm}^2$  e  $480 \text{ N/mm}^2$

Allungamento a rottura minimo pari al 23%

Fattore di saldatura  $V=1$

Certificato di ispezione in accordo alle EN 10204 - 3.1B

Cianfrino alle estremità secondo ISO 6761 per spessori di tubazione maggiore o uguale a 3 mm

La lunghezza base delle barre delle tubazioni dovrà essere di 12 metri. La Stazione Appaltante per applicazioni particolari e per diametri  $< \text{DN } 50$  la possibilità di richiedere tubazioni di lunghezza di 6 metri. La lunghezza non dovrà essere ottenuta per saldatura di spezzoni di tubo.

I tubi di servizio in acciaio, prima della schiumatura, dovranno essere sottoposti ad adeguata pulizia della superficie.

Le tubazioni preisolate non potranno essere prodotte più di quattro mesi prima della data di spedizione in cantiere; in caso contrario verranno rifiutate. Dovranno inoltre essere fornite con le estremità protette da tappi in materiale plastico sino alla preparazione della saldatura in opera.

I fili costituenti il sistema di allarme dovranno essere conformi a quanto riportato nel capitolo specifico.

### **Prove e collaudi**

Le tubazioni preisolate dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme UNI EN 253:2003, salvo requisiti più restrittivi indicati nella presente specifica.

I tubi preisolati dovranno essere marcati in conformità alla norma EN 253:2003 di riferimento ed accompagnati, all'atto della produzione, da certificati tipo 3.1 B secondo norma UNI EN 10204 di tutti i componenti costituenti il tubo preisolato.

A fronte dei controlli e delle prove sotto elencati dovranno essere emessi certificati riportanti gli esiti dei controlli e delle prove eseguite:

- Tubo di acciaio
  - diametro e spessore della parete;
  - analisi chimica del materiale base;
  - caratteristiche meccaniche del materiale base e del giunto saldato;
  - controllo dimensionale;
  - controlli non distruttivi;
  - WPS di riferim. (Welding procedure specifications) in accordo alla norma EN 288-2;
  - WPAR di supporto alle WPS in accordo alla norma EN 288-3.
- Guaina di protezione esterna
  - risultati della prova di scorrimento a caldo;
  - spessore della parete e misura della circonferenza;
  - risultati delle prove meccaniche;
  - controllo del trattamento corona.
- Tubo assiemato
  - codici di produzione;
  - misurazione delle lunghezze e delle circonferenze;
  - densità della schiuma isolante al cuore;
  - controllo dell'eccentricità;
  - angolo di curvatura (ove applicabile);
  - controllo dei fili del sistema di rilevamento perdite e della qualità della rifinitura.

Tali certificati, relativi alle tubazioni da installare dovranno essere trasmessi alla Stazione Appaltante.

I controlli dimensionali di altre grandezze o caratteristiche previsti dalla norma EN 253:2003 dovranno essere condotti in accordo alle norme ISO corrispondenti, di cui si omette l'elencazione.

### *3.9.1.3 Tabella riepilogativa tubazioni preisolate*

Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche richieste alle tubazioni:

Particolare	Caratteristiche	Specifica	Norma	Modalità di misura		
Tubo di servizio	Materiale	P235TR1 o P235TR2 in accordo alle EN 10217-1 o P235GH in accordo alle EN 10217-2 o EN 10217-5				
	Costruzione	Saldato oppure senza saldatura con fattore di saldatura V=1		EN 253:2003	ISO9330 - 1 o equiv.	
	Certificato di ispezione	3.1B		EN 253:2003	EN 10204	
	Caratteristiche tecniche	Carico di snervamento	> 235 N/mm <sup>2</sup>			
		Carico di rottura	compreso tra 350 N/mm <sup>2</sup> e 480 N/mm <sup>2</sup>			
	Dimensioni	DN	Ø esterno [mm]	Spessore minimo nominale [mm]		
		25 32 40 50 65 80 100	33,7 42,4 48,3 60,3 76,1 88,9 114,3	2,6 2,6 2,6 2,9 2,9 3,2 3,6	EN 253:2003	ISO 4200
	Superficie esterna, dopo pulizia	Grado di pulizia: A, B Sa2, C Sa2		EN 253:2003	ISO8501/1:1988	
Schiuma isolante	Composizione <sup>7</sup>	Miscela di Poliolo ed Isocianato con agente espandente Ciclopentano (o equivalenti) Non si accettano schiume con agente espandente principale CFC, HCFC e acqua				
	Struttura delle celle	Dimensioni Celle chiuse	≤ 0.5 mm ≥ 88%	EN 253:2003	EN 253 :2003	
		Bolle d'aria presenti eccezionalmente e tali da non diminuire l'efficienza				
	Densità	Nocciolo <sup>8</sup> Media	≥ 60 kg/m <sup>3</sup> ≥ 80 kg/m <sup>3</sup>	EN 253:2003	ISO 845	
	Resistenza a pressione	Con deformazione ≥ 10%	≥ 0.3 MPa	EN 253:2003	ISO 844	
	Conducibilità	≤ 0,0275 W/m°C allo stato non invecchiato			ISO 844	
	Assorbimento in acqua	In acqua bollente dopo 90'		≤ 10% volume originale	EN 253 :2003	
Tubo in polietilene	Materiale	Polietilene ad alta densità (PEAD) con additivi (Nerofumo, antiossidanti, stabilizzatori alle radiazioni UV) ≤5% volume originale		EN 253:2003	EN 253:2003	

<sup>7</sup> Materiale cellulare prodotto dalla reazione catalitica di isocianato (MOI) con un poliolo.

<sup>8</sup> Per nocciolo si intende la parte di isolamento localizzata ad una distanza minima di 5 mm dal tubo di servizio e a 3 mm dal tubo guaina.

Particolare	Caratteristiche	Specifica	Norma	Modalità di misura		
	Densità	$\geq 940 \text{ kg/m}^3$	EN 253:2003	ISO 1183 metodo A o D		
	Coefficiente di dilatazione termica	$0.0002 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	EN 253:2003			
	Melt flow rate	Variazioni rispetto al valore di calcolo	$\leq \pm 0.5 \text{ g/10'}$	EN 253:2003		
	Uso di materiale riciclato	Percentuale in peso di materiale proveniente dai propri impianti	$\square 15 \%$	EN 253:2003	ISO 1133	
Tubo in polietilene	Dimensioni minime del tubo (prima della schiumatura)	$\varnothing$ esterno [mm]	Spessore minimo nominale [mm]			
		90	2,2 - 3,0	EN 253:2003	ISO 3126	
		110	2,5 - 3,0	EN 253:2003		
		125	2,5 - 3,0	EN 253:2003		
		140	3,0	EN 253:2003		
	160	3,0	EN 253:2003			
	Tolleranza sulle dimensioni	Diametro	$+\frac{x}{0} (0 < x \leq 0,009D)$	A1		
		Spessore	$+\frac{y}{0} (y = 0,1 * s + 0,2)$			
	Superficie esterna	Esente da incisioni che possano ridurre la funzionalità		EN 253:2003	Esame visivo	
	Superficie interna	Come sopra, unito a trattamenti per aumentare l'adesione della schiuma isolante (effetto corona e preriscaldamento)			Esame visivo	
Estremità dei tubi	Taglio netto, perpendicolare all'asse del tubo, con scostamenti $\leq 2,5^\circ$		EN 253:2003			
Allungamento a rottura	Prima della schiumatura		$\geq 350\%$	EN 253:2003		
Deformazione termica	Prima della schiumatura in lunghezza, in ogni punto, non deve subire una variazione $> 3\%$		EN 253:2003	EN 253:2003		
Resistenza a trazione	Tempo di rottura di provino sottoposto a trazione pari a 4Mpa a $80^\circ\text{C} > 2000 \text{ h}$		EN 253:2003	EN 253:2003		
Tubo assiemato	Tipo di costruzione	Bloccato (Bonded) - è impedito qualunque scorrimento fra tubo di acciaio e tubo di polietilene		EN 253:2003		
	Estremità dei tubi:	Entrambe le estremità devono avere una lunghezza libera dall'isolamento $\geq 150 \text{ mm}$ Le estremità del tubo di acciaio devono avere le estremità preparate per la saldatura di testa (ISO6761), cianfrinate per spessori $\geq 3 \text{ mm}$		EN 253:2003		
	Lunghezza delle barre	Diametro $\geq \text{DN } 50$ : 12 m Diametro $< \text{DN } 50$ : 12 m o 6 m a richiesta				
	Accoppiamento tubazioni/guaina	DN tubazioni	$\varnothing$ esterno acciaio [mm]	$\varnothing$ nom. Est. PEAD [mm]		
25		33,7	90			
32		42,4	110			
40		48,3	110			
50		60,3	125			
65		76,1	140			
80		88,9	160			
100	114,3	200				

Particolare	Caratteristiche	Specifica	Norma	Modalità di misura
	Aumento del diametro dopo la schiumatura	In ogni punto: $\leq 2\%$	EN 253	
	Disassamento fra tubo di acciaio e	$\varnothing$ esterno PE [mm]	Disassamento [mm]	EN 253:2003
	polietilene, misurata all'estremità	75-160 180-400 450-630 710-800	3,0 4,5 6,0 8,0	
	Durata dei tubi	Temperatura [°C] 120	Durata [anni] $\geq 30$	
	Resistenza al taglio (prima e dopo l'invecchiamento)	°C 23±2 140±2	$\tau$ tang. [MPa] $\geq 0.20$ -	$\tau$ assiale [MPa] $\geq 0.12$ $\geq 0.08$
	Conducibilità termica alla temperatura di 50°C	Prima dell'invecchiamento	$\leq 0.028$ W/mK	
	Resistenza all'urto	Non deve presentare segni di rotture a seguito di prove secondo ISO 3127	EN 253 ISO 3127	
	Marcatura	Sul tubo PEAD va indicato: - DN del tubo, spessore parete e tipo di acciaio impiegato; - sigla del produttore; - EN 253; - data di schiumatura.	EN 253	

Tabella 11 Caratteristiche tubazioni

#### 3.9.1.4 Tubazioni isolate in opera e materiali per coibentazioni in opera

Le tubazioni da coibentare in opera dovranno essere utilizzate solo all'interno degli edifici, fra l'ingresso nel fabbricato ed il locale sottostazione, e solo nel caso il percorso non sia interessato da tratti scoperti in bocche di lupo, cunicoli con grate a cielo aperto, etc. (in tal caso, nei tratti all'aperto, dovranno essere utilizzate tubazioni preisolate da proteggere dai raggi solari diretti mediante cassonetto in lamiera verniciata).

Solo ed esclusivamente su esplicita richiesta della Stazione Appaltante, si potranno utilizzare tubazioni coibentate in opera anche per realizzare attraversamenti fluviali, stradali e ferroviari o similari, in gallerie e nelle camere spingitubo.

Le tubazioni coibentate in opera dovranno avere le stesse caratteristiche del tubo di servizio delle tubazioni preisolate.

Per le tubazioni coibentate in opera varranno le stesse prescrizioni, normative, prove e collaudi, citate in precedenza, riguardanti i tubi di servizio di acciaio delle tubazioni preisolate.

### *3.9.1.5 Pezzi speciali*

I pezzi speciali della rete, quali curve, espansori monouso, TEE di derivazione, riduzioni, punti fissi, etc. saranno generalmente del tipo preisolato in stabilimento, costituiti da un tubo interno in acciaio, uno strato intermedio in poliuretano espanso a cellule chiuse ed una camicia esterna in tubo in polietilene ad alta densità, aventi le stesse caratteristiche dei tubi di servizio preisolati di ugual diametro. Solamente i fondelli saranno, per esigenze realizzative, del tipo da coibentare in opera secondo le modalità riportate nel presente Capitolato.

Solo ed esclusivamente all'interno degli edifici degli utenti si dovranno utilizzare curve, TEE di derivazione e riduzioni da coibentare in opera.

Solo ed esclusivamente su esplicita richiesta della Stazione Appaltante, si potranno utilizzare curve, TEE di derivazione e riduzioni coibentate in opera anche per realizzare attraversamenti fluviali, stradali e ferroviari o similari.

I pezzi speciali dovranno essere PN 25, in acciaio di qualità non inferiore a St 37 - Fe 360, e potranno essere realizzati partendo da tubo di acciaio con o senza saldatura; per le curve si esclude che possano essere ottenute mediante assemblaggio di spezzoni di tubazione rettilinea.

La qualità dell'acciaio dovrà essere almeno pari a quella prevista per i tubi, e tale comunque da soddisfare i requisiti imposti dal dimensionamento meccanico della linea di teleriscaldamento.

La fabbricazione dei pezzi speciali dovrà essere effettuata in accordo alla norma EN 448. I procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati in accordo alla norma EN 288-3. Saranno ammessi unicamente procedimenti che prevedano la prima passata con processo TIG o MAG; le successive passate di riempimento, se fatte con elettrodo rivestito, dovranno essere esclusivamente con elettrodo basico omologato. Tutte le saldature dovranno essere a piena penetrazione con adeguata preparazione delle estremità a saldare.

Le estremità dei pezzi speciali dovranno essere preparate in stabilimento per la saldatura di testa in accordo alle norme ISO 6761, con cianfrino per spessori di tubazione maggiore o uguale a 3 mm.

Per i pezzi speciali che presenteranno un grado di arrugginimento A secondo ISO 8501/1 1988 non sarà necessario eseguire la sabbiatura ma solo una adeguata pulizia, mentre i pezzi che presenteranno un grado di arrugginimento B o C dovranno essere sottoposti a ciclo di sabbiatura.

I pezzi speciali (tubo di servizio + tubo di polietilene assemblati) non potranno essere prodotti più di quattro mesi prima della data di spedizione in cantiere. Dovranno inoltre essere forniti con le estremità protette da tappi in materiale plastico da mantenere sino alla preparazione della saldatura.

Il tubo in polietilene e la schiuma isolante, dei pezzi speciali preisolati, dovranno avere le stesse caratteristiche delle tubazioni preisolate.

Nei pezzi speciali preisolati dovranno avere installati, all'interno del coibente, i fili costituenti il sistema di allarme, che dovranno essere conformi a quanto riportato nel capitolo specifico e correttamente collegati secondo le specifiche del Fornitore del sistema di allarme.

### **Prove e collaudi**

I pezzi speciali dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme UNI EN 448 - 2003, salvo requisiti più restrittivi indicati nella presente specifica.

I tubi, con o senza saldatura, dovranno essere conformi alle specifiche contenute nelle norme UNI EN 10224:2003, DIN 1626, DIN 17100 o norme equivalenti, sia relativamente al processo di produzione, ai controlli (ultrasonori, radiografici e di tenuta), alle marcature (qualità dell'acciaio, codice di produzione, marchio del Produttore).

I tubi preisolati dovranno essere marcati in conformità alla norma EN 253 di riferimento ed accompagnati, all'atto della produzione, da certificati documentanti le caratteristiche di ogni tubo e l'osservanza delle norme e degli standard secondo i quali sono stati prodotti.

I tubi da cui saranno ricavati i pezzi speciali dovranno essere conformi alle specifiche contenute nelle norme UNI EN 10224:2003, DIN 1626, DIN 17100 o norme equivalenti, sia relativamente al processo di produzione, ai controlli (ultrasonori, radiografici e di tenuta), alle marcature (qualità dell'acciaio, codice di produzione, marchio del Produttore).

I pezzi speciali preisolati dovranno essere marcati in conformità alla norma EN 448 di riferimento; in particolare sulla camicia in PEAD (o su apposita targhetta in caso di componente non pre-isolato) saranno indicati, per quanto di pertinenza:

- nome e sigla del produttore di PE;
- *melt flow rate* dichiarato dal produttore;
- diametro e spessore nominali della camicia in PEAD;
- data di produzione della camicia in PEAD;
- DN del tubo di servizio e tipo di acciaio impiegato;
- angolo di curvatura (ove applicabile);
- sigla del produttore;
- EN 448;
- data di schiumatura.

Saranno inoltre accompagnati, all'atto della produzione, da certificati documentanti le caratteristiche di ogni pezzo speciale e l'osservanza delle norme e degli standard secondo i quali sono stati prodotti.

A fronte dei controlli e delle prove sotto elencati dovranno essere emessi certificati con documento tipo 3.1.B secondo normativa UNI EN 10204:

- Tubo di acciaio da cui è ricavato il pezzo speciale:
  - o diametro e spessore della parete;
  - o analisi chimica del materiale base;
  - o caratteristiche meccaniche del materiale base e del giunto saldato;
  - o prova idraulica;
  - o controllo dimensionale;
  - o controlli non distruttivi;
  - o WPS di riferim. (Welding procedure specifications) in accordo alla norma EN 288-2;
  - o WPAR di supporto alle WPS in accordo alla norma EN 288-3.
- Guaina di protezione esterna
  - o spessore della parete e misura della circonferenza;
  - o risultati delle prove meccaniche;
  - o controllo del trattamento corona.
- Pezzo assiemato
  - o codici di produzione;

- misurazione delle lunghezze e delle circonferenze;
- densità della schiuma isolante al cuore;
- controllo dei fili del sistema di rilevazione perdite e della qualità della rifinitura.

Tali certificati, relativi ai pezzi speciali con tubazione principale di  $DN \geq 150\text{mm}$  dovranno essere trasmessi alla Stazione Appaltante, mentre quelli relativi ai pezzi speciali con diametri inferiori saranno mantenuti presso il Produttore per almeno 10 anni, e saranno a disposizione della Stazione Appaltante per controllo a sua discrezione in qualunque momento in tale arco di tempo.

I controlli dimensionali o di altre grandezze o caratteristiche previsti dalla norma EN 448 dovranno essere condotti in accordo alle norme ISO corrispondenti, di cui si omette l'elencazione.

### **Curve preisolate**

Per curve preisolate si intendono i componenti atti a determinare un cambio di direzione dell'asse della tubazione; le curve preisolate standard permettono cambi di direzione con le seguenti angolazioni  $90^\circ - 75^\circ - 45^\circ - 30^\circ - 15^\circ$ .

Si chiarisce che non sono considerate tali, e pertanto non si possono utilizzare, curve utilizzanti gusci metallici schiumati in opera. Potranno essere fornite curve preisolate ottenute unicamente attraverso i seguenti processi di formatura:

- forgiatura, con successiva saldatura di testa di tronchetti di prolunga;
- piegatura a caldo di tubo di acciaio con o senza saldatura longitudinale; lo spessore minimo della curva dopo la piegatura a caldo dovrà essere uguale o maggiore dello spessore del tubo di servizio di uguale diametro;
- piegatura a freddo di tubo di acciaio con o senza saldatura longitudinale; lo spessore minimo della curva dopo la piegatura a freddo dovrà essere maggiore od uguale all'85% dello spessore nominale del tubo diritto di pari diametro, da cui è ricavata la curva. Il diametro nominale dovrà essere lo stesso di quello del tubo diritto e la massima ovalizzazione nella zona curvata non dovrà essere superiore al 6%.

Potranno essere esclusivamente fornite curve preisolate aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

Diametro nominale curva	Processo di formatura della curva	Raggio di curvatura
DN 25 ÷ DN 150	piegatura a freddo; piegatura a caldo; forgiatura, con successiva saldatura di testa di tronchetti di prolunga;	R/d = 2,5
DN 200 ÷ DN 450	piegatura a caldo; forgiatura, con successiva saldatura di testa di tronchetti di prolunga;	R/d=2,5

*Tabella 12 Caratteristiche curve preisolate*

L'uso di curve preisolate aventi raggio di curvatura  $R=1,5 d$  dovrà essere specificamente autorizzato dalla Stazione Appaltante in base a comprovate ed eccezionali esigenze di posa.

La lunghezza del braccio delle curve dovrà essere non minore di 1 metro, misurato dall'asse.

Angolazioni inferiori:

- a 2° di variazione angolare fra l'asse di due canne consecutive per tubazioni con  $DN \geq 80$  potranno essere ottenute mediante angolazioni sulle saldature tra barra e barra; nel calcolo delle dilatazioni tali angolazioni dovranno essere considerate come tubazione rettilinea;
- a 5° di variazione angolare fra l'asse di due canne consecutive per tubazioni con  $DN < 80$  potranno essere ottenute mediante angolazioni sulle saldature tra barra e barra; in tale caso devono essere necessariamente utilizzati giunti per il ripristino della coibentazione a tenuta doppia. Nel calcolo delle dilatazioni tali angolazioni dovranno essere considerate come tubazione rettilinea.

Nel caso si renda necessario effettuare la piegatura delle tubazioni per sviluppare curve a grande raggio, occorre sottoporre all'approvazione della Stazione Appaltante la barra curvata prima di effettuarne la posa in opera. Al fine di ridurre al minimo le sollecitazioni sulla tubazione assiemata, saranno ammesse curvature massime R pari a:  $R = 1000 \times DN$  [mm]. La piegatura delle tubazioni è ammessa fino a tubazioni di DN 40 e dovrà presentare caratteristiche di uniformità nel raggio di curvatura; non saranno ritenute accettabili tubazioni con guaina in PEAD con piegature o schiacciamenti.

Per la misura della curvatura si determinerà la freccia massima del tubo curvato rispetto all'asse rettilineo. Indicativamente la freccia massima, per verghe inizialmente rettilinee di 6 metri, dovrà assumere i valori limite riportati nella tabella seguente:

Diametro nominale tubazione	Freccia massima [mm]	Raggio di curvatura [m]
DN 25	180	R = 25
DN 32	140	R = 32
DN 40	110	R = 40

Tabella 13 Curvatura in base al DN

### Curve coibentate in opera

Potranno essere fornite esclusivamente curve coibentate in opera ottenute attraverso la forgiatura, con raggio di curvatura  $R=1,5 d$ .

### TEE di derivazione preisolati

Tutti gli stacchi realizzati sulle tubazioni della rete di distribuzione (inclusi sfiati, drenaggi, by-pass etc.) sono da considerarsi TEE di derivazione ad eccezione delle eventuali prese in carico realizzate su tubazioni preisolate già posate.

Potranno essere forniti unicamente TEE di derivazione preisolati, preformati in stabilimento, ottenuti attraverso i seguenti processi di formatura in accordo alla norma EN 448:

- forgiatura, con successiva saldatura di testa di tronchetti di prolunga sulla tubazione principale e di tronchetti di derivazione;
- formatura a caldo senza saldatura, con successiva saldatura di testa di tronchetti di prolunga sulla tubazione principale e di tronchetti di derivazione;
- formatura a freddo di collare trafilato su tubo principale con o senza saldatura longitudinale, con successiva saldatura di testa di tronchetti di prolunga; lo spessore del tubo principale dovrà essere opportunamente maggiorato affinché lo spessore del collare trafilato, ove utilizzato, non risulti inferiore a quello del tubo in diramazione.

Gli spessori minimi del tubo principale e di quello di derivazione dovranno essere maggiori, o al più uguali, a quelli nominali dei tubi di pari diametro, e conformi a ISO 3419.

L'acciaio costituente i TEE dovrà avere limite di snervamento uguale o superiore a quello dei tubi rettilinei di servizio facenti parte della fornitura.

Potranno essere esclusivamente forniti TEE di derivazione preisolati aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

		Diametro nominale stacco di derivazione															
		500	450	400	350	300	250	200	150	125	100	80	65	50	40	32	25
Diametro Nominale (DN) tubazione principale	500	X	X	X	X	X	X	X									
	450		X	X	X	X	X	X									
	400			X	X	X	X	X	X								
	350				X	X	X	X	X								
	300					X	X	X	X	X	X						
	250						X	X	X	X	X						
	200							X	X	X	X	X					
	150								X	X	X	X	X	X	X	X	X
	125									X	X	X	X	X	X	X	X
	100										X	X	X	X	X	X	X
	80											X	X	X	X	X	X
	65												X	X	X	X	X
	50													X	X	X	X
	40														X	X	X
	32															X	X
25																X	

Tabella 14 Tabella TEE preisolati ammessi

### TEE di derivazione coibentati in opera

Potranno essere forniti unicamente TEE di derivazione coibentati in opera ottenuti attraverso forgiatura a caldo del tipo A.

Gli spessori minimi del tubo principale e di quello di derivazione dovranno essere maggiori, o al più uguali, a quelli nominali dei tubi di pari diametro, e conformi a ISO 3419.

L'acciaio costituente i TEE dovrà avere limite di snervamento uguale o superiore a quello dei tubi rettilinei facenti parte della fornitura.

Potranno essere esclusivamente forniti TEE di derivazione coibentati in opera aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

		Diametro nominale stacco di derivazione												
		350	300	250	200	150	125	100	80	65	50	40	32	25
Diametro nominale tubazione principale	350	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	300	-	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
	250	-	-	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-	-
	200	-	-	-	A	A	A	A	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	A	A	A	A	-	-	-	-	-
	125	-	-	-	-	-	A	A	A	A	-	-	-	-
	100	-	-	-	-	-	-	A	A	A	A	-	-	-
	80	-	-	-	-	-	-	-	A	A	A	A	-	-
	65	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	A	A	-
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	A	A
	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	A
	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A

Tabella 15 Isolazioni TEE ammesse

### Prese in carico e stacchi in opera

Le tipologie di intervento sulla rete in esercizio sono suddivise in due categorie:

- la tecnologia della presa in carico che sarà accettata nelle reti di distribuzione per la realizzazione di nuove derivazioni di utenza in corrispondenza di reti esistenti, purché la diramazione sia di diametro inferiore almeno di tre diametri rispetto al tubo principale.
- Stacco in opera che sarà da preferirsi alla presa in carico nel caso sia possibile lo svuotamento della tubazione principale; sulle reti di distribuzione sarà realizzata la derivazione di una nuova utenza con taglio in opera dalla tubazione già posata e successivo inserimento e saldatura al tubo principale di TEE preisolato di derivazione, con successiva muffolatura del giunto per il ripristino della coibentazione. Nell'effettuazione del taglio della tubazione in servizio l'Appaltatore dovrà considerare la dilatazione della tubazione per effetto termico.

Potranno essere esclusivamente realizzate prese in carico e stacchi in opera aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella.

		Diametro nominale stacco di derivazione						
		100	80	65	50	40	32	25
DN tubazione principale	300	B	B	B	B	B	B	B
	250	B	B	B	B	B	B	B
	200	B	B	B	B	B	B	B
	150	B	B	B	B	B	B	B
	125	B	B	A o B	A o B	A o B	A o B	B
	100	-	B	A o B	A o B	A o B	A o B	B
	80	-	-	-	B	A o B	A o B	B
	65	-	-	-	B	A o B	A o B	B
	50	-	-	-	-	B	A o B	B
	40	-	-	-	-	-	B	B
	32	-	-	-	-	-	B	B
	25	-	-	-	-	-	-	B

Tabella 16 Prese in carico e stacchi accettati

### Riduzioni preisolate

Le riduzioni del tipo preisolato, dovranno essere di tipo concentrico, formate a caldo da tubi senza saldatura o da lamiere rullate e saldate; dovranno essere in accordo alla norma ISO 3419-1981; gli spessori dovranno essere almeno uguali a quelli dei tubi di diametro maggiore.

Potranno essere esclusivamente fornite riduzioni preisolate, con saldati i tronchetti di prolunga, aventi il diametro ridotto al massimo di tre misure inferiore, come riportato nella seguente tabella con il simbolo "X".

		Diametro nominale della riduzione a valle															
		500	450	400	350	300	250	200	150	125	100	80	65	50	40	32	25
Diametro nominale della tubazione a monte	600	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	500	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	450	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	400	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	350	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	300	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
	250	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
	200	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
	150	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-
	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-
	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-
	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X

40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

Tabella 17 Riduzioni preisolate accettate/Riduzioni coibentate in opera

Le riduzioni coibentate in opera, dovranno essere di tipo concentrico o eccentrico, formate a caldo da tubi senza saldatura o da lamiere rullate e saldate; dovranno essere in accordo alla norma ISO 3419-1981, gli spessori che dovranno essere almeno uguali a quelli dei tubi di diametro maggiore. Potranno essere esclusivamente fornite riduzioni coibentate in opera, aventi il diametro ridotto al massimo di tre misure inferiore, come riportato nella tabella delle riduzioni preisolate.

### Fondelli

I fondelli bombati dovranno essere formati a caldo da lamiera e saranno forniti non preisolati. Saranno completi del kit per la realizzazione in opera della coibentazione e della protezione esterna con caratteristiche conformi a quanto prescritto dalla norma UNI EN 448 per i raccordi preisolati ed alle specifiche riportate nel presente Capitolato.

Il kit per la realizzazione in opera della coibentazione sarà completo dei collegamenti necessari per la chiusura del circuito del sistema di rilevamento e ricerca delle perdite, eseguito secondo le specifiche del fornitore.

### Tabella riepilogativa pezzi speciali

Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche richieste ai pezzi speciali:

Componente	Caratteristiche	Specifica	Norma
Parti di acciaio Tipologia componenti	Materiale	Come per le tubazioni	EN 448
	Dimensioni	Prima della costruzione vale quanto detto per le tubazioni	EN 448
	Curve forgiate	Dimensioni secondo ISO 3419- p.6.1.2	EN 448
	Curve piegate a caldo	Dimensioni secondo EN 448	EN 448

Componente	Caratteristiche	Specifica	Norma
	Curve piegate a freddo	Spessore del tubo: dopo la piegatura deve essere $\geq 85\%$ dello spessore nominale (EN253 tab.1) Ovalizzazione della curva $\leq 6\%$ Irregolarità di curvatura: non sono ammesse pieghe ma solo ondulazioni se di altezza $\leq 25\%$ dello spessore nominale Tolleranza sull'angolo di curvatura: entro i limiti seguenti: DN < 200 Da = $\pm 2.0^\circ$ DN $\geq 200$ Da = $\pm 1.0^\circ$	EN 448
	Tee forgiati	Spessori secondo ISO 3419. Gli spessori devono essere $\square$ di quelli dei tubi dritti	EN 448
	Tee con collari a saldare	Lo spessore del collare non deve essere inferiore allo spessore del tubo principale e del tubo derivato	EN 448
	Tee saldati	Con collare estruso dal tubo principale o direttamente al tubo principale	EN 448
	Tubo derivato	Deve essere perpendicolare all'asse del tubo principale con tolleranza non superiore a $\pm 2.0^\circ$	EN 448
	Riduzioni	Costruzione secondo ISO 3419. Gli spessori devono essere $\geq$ di quelli dei tubi dritti	EN 448
	Ancoraggi	Lo spessore dei tubi deve essere $\square$ di quelli dei tubi dritti	EN 448
Parti di acciaio Particolari costruttivi	Saldature	Ad arco con elettrodi rivestiti o con protezione di gas inerte	EN 448
		Preparazione delle superfici: in accordo con ISO 6761 (estremità); i TEE saldati secondo EN448	EN 448
		Controllo delle saldature nei TEE: <ul style="list-style-type: none"> <li>- controllo visivo: la qualità deve essere conforme a EN 25817;</li> <li>- controllo della tenuta: rispetto alle condizioni definite in EN 448;</li> <li>- controllo radiografico: criterio di accettabilità liv. B UNI EN 25817, corrispondente al liv. 1 UNI EN 12517.</li> </ul>	

Componente	Caratteristiche	Specifica	Norma
	Superfici	Prima della schiumatura, le superfici devono essere preparate secondo EN 253	EN 448
Schiuma isolante	Tutte le caratteristiche e prove	Come richiesto per le tubazioni preisolate, con esclusione dei punti EN 253 - p. 4.3.3.2, 4.4.3 e 4.4.5	EN 448
	Prove e campioni	Secondo EN 448 punti 5.3 e 5.1	EN 448
Tubo in polietilene	Spessore	Come per le tubazioni preisolate, ma con spessore minimo pari a 3 mm	EN 448
	Tutte le caratteristiche e prove	Come per le tubazioni preisolate	EN 448
	Marcatura	Sul tubo PEAD il produttore deve indicare: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nome e sigla del produttore di PE;</li> <li>- <i>melt flow rate</i> dichiarato dal produttore;</li> <li>- diametro e spessore nominali;</li> <li>- data di produzione.</li> </ul>	EN 448
Pezzo assiemato	Tipo di costruzione	Isolamento in fabbrica	
	Estremità	Tutte le estremità devono avere una lunghezza libera dall'isolamento $\geq 150$ mm e devono essere preparate per saldatura di testa secondo ISO 6761	EN 448
	Disassamento tra tubo di acciaio e PEAD	Valori pari a quelli delle tubazioni diritte (EN 448 tab. 2)	EN 448
	Angolo tra asse tubo acciaio e PEAD	L'angolo fra l'asse del tubo di acciaio misurato all'estremità e quello del tubo in PEAD misurato a 100 mm dell'estremità deve essere $2^\circ$	EN 448
	Angoli e lunghezze dei segmenti di tubo di PEAD	Angolo fra due tratti adiacenti in una curva: $\leq 45^\circ$ Lunghezza minima dei segmenti di tubo all'estremità: $\geq 100$ mm	EN 448
	Saldatura fra tubi di PEAD	Variazioni rispetto al $\leq 0.5$ g/10' valore di calcolo secondo EN253	EN 448
		Spostamento fra superfici da saldare $\leq 30\%$ dello spessore	EN 448
	Tenuta stagna dopo la schiumatura	Non si deve avere alcuna fuoriuscita di schiuma dalle saldature. In caso contrario va rifatto tutto l'isolamento in PEAD	EN 448

Componente	Caratteristiche	Specifica	Norma
	Aumento di diametro del tubo in PEAD	Dopo la schiumatura, in ogni punto deve essere $\leq 2\%$ del valore iniziale	EN 448
	Spessore minimo di isolamento nelle curve	In ogni punto lo spessore dell'isolamento deve essere $\geq 50\%$ del suo valore nominale e comunque mai inferiore a 15 mm	EN 448
	Tolleranze dimensionali	Secondo prescrizioni EN 448	EN 448
	Marcatura	Sul tubo PEAD va indicato: <ul style="list-style-type: none"> <li>– DN del tubo, spessore parete e tipo di acciaio impiegato;</li> <li>– angolo di curvatura (ove applicabile);</li> <li>– sigla del produttore;</li> <li>– EN 448;</li> <li>– data di schiumatura.</li> </ul>	EN 448

Tabella 18 Caratteristiche principali pezzi speciali

### 3.9.1.6 Sistema di muffolatura

Il sistema di muffolatura dovrà fare parte del sistema di tubazioni preisolate ed essere specificamente progettato o dichiarato idoneo dal Fornitore delle tubazioni preisolate per consentire il ripristino dell'isolamento e della guaina esterna in corrispondenza delle saldature tra barre diritte, curve e pezzi speciali.

Il giunto utilizzato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- ripristinare la continuità di tutti i materiali, inclusa la continuità ed il funzionamento del sistema di rilevamento perdite;
- trasmettere gli sforzi generati dalle dilatazioni termiche nell'isolamento e nel rivestimento;
- garantire l'impermeabilità nelle condizioni di esercizio ad eventuali infiltrazioni.

La muffolatura con schiumatura in opera del coibente prevede l'installazione di giunto composto da muffola in polietilene ad alta densità termorestringente. L'unione delle estremità fra il manicotto e la tubazione preisolata sarà ottenuta per adesione di una fascia di mastice adesivo semicristallino. La protezione meccanica sarà garantita dall'elevato sforzo di cerchiaggio generato dall'azione del termorestringente.

Il sistema di muffolatura dovrà essere accompagnato da adeguate istruzioni operative emesse dal Produttore che il personale addetto dovrà scrupolosamente seguire in fase di posa.

**Non è permesso l'utilizzo di coppelle preformate per il ripristino della coibentazione in corrispondenza delle giunzioni delle tubazioni e dei pezzi speciali.**

I materiali necessari al ripristino dell'isolamento e della guaina esterna in corrispondenza delle saldature eseguite in cantiere, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Manicotti

Il materiale costituente i manicotti dovrà essere di qualità identica PEAD o PE della stessa qualità di quello utilizzato per la guaina esterna delle tubazioni e pezzi speciali. Sarà fornito di diametro adeguatamente superiore al diametro esterno della tubazione, con allargamento esclusivamente meccanico. La lunghezza minima del manicotto dovrà essere di 500mm.

Lo spessore dei manicotti dovrà essere dello stesso ordine di grandezza del corrispondente spessore della camicia del tubo preisolato.

- Isolamento di Poliuretano

L'isolamento in schiuma di poliuretano dovrà essere realizzato in opera e presentare le stesse caratteristiche della schiuma utilizzata per le tubazioni. Non sarà in alcun caso ammesso l'utilizzo di coppelle poliuretatiche preformate.

La schiuma di PUR dovrà essere ottenuta dalla miscela di due liquidi (poliolo ed isocianato) forniti predosati per ogni giunto da eseguire e dovrà essere colata all'interno della cassaforma costituita dal manicotto e dai collari in PE.

Non saranno ammessi sistemi di schiumatura in cui il dosaggio dei componenti sia da definire in campo, soggetto alla manualità dell'operatore.

- Collari in PE

I collari termorestringenti in PE dovranno essere del tipo tubolare (non aperto), con apposito mastice adesivo all'interno, di diametro adeguato a quello delle tubazioni su cui dovrà essere termoristretto. Il numero dei collari sarà pari a

due/tre per ciascun giunto, due da utilizzare a sormonto sull'isolamento di poliuretano per formare la cassaforma per il poliuretano e il terzo eventuale da termorestringere sopra il tappo per il foro di schiumatura.

- Tappi per foro di schiumatura e ventilazione

In corrispondenza del foro di schiumatura e ventilazione dovranno essere previsti tappi applicati per termofusione del polietilene.

Nel caso si utilizzino tappi a semplice infilaggio meccanico (con utilizzo del martello o sistemi simili) sarà richiesta la sigillatura mediante fascia termorestringente in PE.

- Giunti a tenuta doppia

Tali tipi di giunti sono da utilizzare nel caso di angolazioni tra le tubazioni comprese tra 2° e 5° ottenute mediante angolazioni sulle saldature tra barra e barra, il ripristino della coibentazione richiede giunti dotati di una seconda barriera alle infiltrazioni, costituita da due cordoni di mastice applicati prima della termoretrazione del manicotto; il foro per l'iniezione della schiuma è unico e per la chiusura si utilizza un apposito tappo di sfiato e successivamente il tappo a saldare.

### **Prove e collaudi**

I componenti costituenti il sistema di muffolatura dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme UNI EN 489 - 1995.

Dovrà essere garantita la resistenza del sistema di muffolatura completo di tappi di chiusura per tutta la durata delle tubazioni (cfr. par. 7.1.2.2).

A fronte dei controlli e delle prove sotto elencate effettuate sulla camicia di protezione esterna in PEAD, dovranno essere emessi certificati attestanti i risultati.

- nome e sigla del produttore di PE;
- *melt flow rate* dichiarato dal produttore;
- dimensioni e spessore nominali della camicia in PEAD;
- data di produzione della camicia in PEAD;
- EN 489;
- DN del tubo di servizio accoppiato.

Tali certificati saranno mantenuti presso il Produttore per almeno 10 anni, e saranno a disposizione della Stazione Appaltante per controllo a sua discrezione in qualunque momento in tale arco di tempo.

#### *3.9.1.7 Sistema di rilevamento e ricerca perdite*

Il sistema di rilevamento e ricerca perdite sarà del tipo a due fili, con doppio filo sensore in rame. Il principio di funzionamento del sistema dovrà essere a misura comparativa della resistenza di isolamento del filo sensore rispetto al tubo e misura della resistenza del circuito sensore. La localizzazione delle perdite sarà basata sul metodo di localizzazione a misura di resistenza.

La presente specifica copre la fornitura dei singoli componenti, sia per quanto riguarda i fili da fornire installati all'interno delle tubazioni e pezzi speciali preisolati, sia per i componenti accessori necessari al montaggio in cantiere della rete dei fili sensori, oltre alla fornitura ed installazione del sistema completo per il monitoraggio del livello di umidità nelle tubazioni e la localizzazione automatica del guasto.

Il Fornitore del sistema di tubazioni dovrà utilizzare solamente componenti di un unico Produttore: non saranno accettate forniture costituite da assemblaggi di prodotti di diversi Produttori.

Dovranno essere predisposti all'interno della tubazione preisolata due fili conduttori: un filo in rame di diametro  $1.3 \div 1.5$  mm, avente resistenza pari a  $13.0 \div 11.2$  Ohm/km, ed uno di uguali caratteristiche ma in rame stagnato per facilitare il riconoscimento ed il corretto montaggio.

Tali conduttori saranno annegati nella schiuma di poliuretano di tubi, raccordi e di tutti i pezzi speciali preisolati con entrambi i conduttori distanziati e paralleli fra loro indicativamente a "ore 3 e 45".

I conduttori saranno posati in modo da mantenere l'equidistanza col tubo d'acciaio ed il tubo assiemato sarà posato in modo da garantire che il piano generato dai due fili sia parallelo al fondo dello scavo.

Le cuffie *water-stop* per la chiusura ermetica delle estremità dei tubi all'interno di edifici, camere e pozzetti saranno realizzate complete di estrazione dei fili sensori e loro isolamento con guaina in PTFE impermeabile e resistente ad alte temperature, al fine di chiudere il circuito sensore; durante l'operazione di sigillatura dei fori di ingresso delle

tubazioni preisolate occorre porre particolare attenzione a non murare o danneggiare i fili sensori rivestiti in guaina.

L'Appaltatore dovrà poi fornire eventuali componenti aggiuntivi necessari alla completa funzionalità della rete di fili sensori, in accordo con le specifiche del Produttore dello stesso ed in modo da consentire la realizzazione di un sistema perfettamente funzionante nel suo insieme, relativamente ai componenti installati.

Per l'esecuzione delle giunzioni in fase di installazione dovranno inoltre essere forniti i seguenti accessori, facenti parte del sistema e compresi nella fornitura del tubo assiemato:

- connettore crimp non isolato;
- supporti distanziali da posizionare lungo le tubazioni tra tubo in acciaio e guaina in PEAD.

Ai fili sensori dovranno essere collegate le centraline di rilevamento delle perdite, a quattro canali di rilevamento, in grado di monitorare almeno 1.000 metri di tubazione singola per ogni canale. Le centraline avranno le seguenti caratteristiche:

- alimentazione 220 V 50Hz;
- sistema di connessione alla Centrale di Teleriscaldamento con modem;
- tastiera per la programmazione;
- allarme acustico disattivabile per la segnalazione della perdita;
- display di visualizzazione;
- sistema per isolamento galvanico della centralina dai fili sensori nelle tubazioni.

Ogni centralina sarà collegata ad un modulo per la lettura dello stato e la trasmissione tramite linea M-Bus, che sarà fisicamente posizionato in prossimità della centralina.

In fase di posa delle tubazioni dovrà essere effettuato un controllo sistematico della corretta funzionalità elettrica di tutte le giunzioni effettuate con particolare attenzione alla corretta esecuzione di tutte le muffolature, per quanto concerne le condizioni igrometriche del coibente installato, ed alla corretta esecuzione dei collegamenti per mantenere il circuito corrispondente agli elaborati grafici da consegnare alla Stazione Appaltante.

Durante la fase di montaggio si devono seguire questi accorgimenti:

- quando si effettua la saldatura dei tubi, i fili devono essere entrambi protetti contro il calore prodotto dalla saldatura stessa ripiegandoli all'indietro e proteggendoli con parafiamme;
- prima di iniziare il collegamento dei fili di allarme, la zona del giunto deve essere pulita e la schiuma isolante alla estremità dei tubi deve essere asciutta e senza impurità;
- tra il tubo ed i fili di allarme dovranno essere inseriti dei distanziatori in materiale isolante;
- l'installazione dei fili di allarme non dovrà essere effettuata con tempo umido o piovoso se non al coperto.

Dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni del fornitore del sistema di allarme. In fase di esercizio della rete di teleriscaldamento, il sistema dovrà consentire il monitoraggio puntuale di reti di tubo preisolato lunghe fino a 100 km, consentendo di identificare la presenza di umidità nello strato isolante.

Al termine della posa della rete, l'Appaltatore è tenuto a misurare con la massima precisione le lunghezze dei conduttori ed a riportarle su un disegno di layout del sistema come realmente è stato posato (*"as-built"*).

#### *3.9.1.8 Accessori di rete*

Gli accessori di rete, quali materassini di compensazione, anelli passamuro, cuffie *water-stop*, dovranno essere realizzati dallo stesso produttore delle tubazioni preisolate, e fare quindi parte del medesimo sistema di tubazioni per teleriscaldamento, specificamente progettato e già testato in campo.

#### **Materassini di compensazione**

In corrispondenza di curve, diramazioni ed in generale in tutti i punti in cui possano avvenire movimenti del tubo dovuti a dilatazioni termiche, saranno utilizzati materassini di compensazione a diretto contatto della guaina esterna del tubo, in grado di consentire la dilatazione delle tubazioni senza esercitare un'elevata reazione di contrasto.

I materassini saranno realizzati in schiuma di materiale elastico a bassa densità, immarcescibile, con spessore di almeno 40 mm. Le caratteristiche di elasticità dovranno essere mantenute nel tempo, anche in presenza di deformazioni pari a 2/3 dello spessore iniziale.

I materassini dovranno essere ben avvolti attorno alla tubazione, onde evitarne lo spostamento durante le operazioni di reinterro.

### **Anelli passamuro**

In corrispondenza di attraversamenti di pareti in muratura o calcestruzzo armato saranno utilizzati anelli passamuro infilati sulla guaina esterna del tubo, tali da consentire lo spostamento assiale della tubazione garantendo la tenuta idraulica rispetto a possibili infiltrazioni di acqua e terra dall'esterno.

Gli anelli dovranno essere realizzati in neoprene ad alta resistenza e lunga durata nel tempo, e dovranno garantire la perfetta tenuta sia verso la guaina esterna dei tubi preisolati sia verso la parete, a cui saranno bloccati con malta cementizia.

Attraversamenti murari di particolare importanza o soggetti a condizioni di esercizio particolarmente gravose potranno richiedere la fornitura o realizzazione in opera di particolari dispositivi, secondo quanto indicato nelle tavole progettuali eventualmente allegate.

### **Cuffie water-stop**

In corrispondenza di discontinuità della protezione esterna che mettano allo scoperto le estremità dello strato isolante in poliuretano (es. ingresso in manufatti con impiego di tubazione coibentata in opera, oppure in corrispondenza di tutte le valvole di sfiato o drenaggio), saranno utilizzate cuffie *water-stop* termoretratte sulla parte terminale della coibentazione, per impedire infiltrazioni di umidità nel coibente. Le cuffie dovranno essere realizzate in polietilene termorestringente ad alta resistenza e dovranno garantire la perfetta tenuta sia verso la guaina esterna dei tubi sia verso il tubo di acciaio, consentendo nel frattempo l'eventuale fuoriuscita dei cavi del sistema di rilevazione e ricerca perdite.

In linea generale si esclude l'impiego di tali componenti in punti direttamente soggetti a reinterro.

### **Supporti per attraversamenti in tubo camicia**

In corrispondenza di attraversamenti stradali o ferroviari con l'utilizzo di spingitubo o tubi camicia in genere, occorrerà provvedere al supporto della tubazione preisolata ad opportuni intervalli, comunque non superiori a 1,5 m.

Detti supporti dovranno essere realizzati da apposite selle di appoggio in materiale plastico, in grado di distribuire il carico trasmesso dalla tubazione su un arco di almeno 120°, e di larghezza sufficiente a non danneggiare i diversi strati della tubazione preisolata.

I supporti dovranno essere idonei a sopportare, senza possibilità di sfilaggio, le azioni permanenti ed accidentali trasmesse dalla tubazione, ed essere adeguatamente vincolati ad essa anche tramite un cordone di saldatura ad estrusione che unisca i supporti alla guaina camicia dalla parte di monte rispetto al verso di infilaggio.

#### *3.9.1.9 Valvole principali*

Sono le valvole di sezionamento rete di distribuzione, le valvole di radice sottostazione, le valvole di sfiato e drenaggio e le valvole di by-pass.

Le valvole principali saranno utilizzate per l'esecuzione delle prove idrauliche a 3.000 kPa dei tratti in cui sarà suddivisa la rete di teleriscaldamento. Nel corso della prova si potrà avere la condizione di 3.000 kPa su un lato della valvola e pressione atmosferica sull'altro lato.

Le valvole principali dovranno essere specificamente progettate per servizio con acqua calda nelle condizioni tipiche del teleriscaldamento, e dovranno essere di marca primaria (NAVAL, JIP, KLINGER, KSB o equivalenti) ed essere già testate in servizio con esito soddisfacente in altre reti di teleriscaldamento ad acqua calda. Non saranno accettate valvole prive di tali comprovate referenze, ad esclusivo ed insindacabile giudizio della Stazione Appaltante.

#### **Caratteristiche progettuali e condizioni ambientali**

Le valvole principali dovranno essere progettate per una pressione nominale minima di 2.500 kPa e una temperatura massima del fluido di 100°C, minima +10°C.

L'escursione termica massima dell'aria all'interno dei manufatti e nei pozzetti sarà da -10°C a +50°C. Le apparecchiature ivi installate potranno essere soggette a stillicidio.

#### **Caratteristiche costruttive**

Le dimensioni delle valvole principali dovranno essere in accordo alla norma ANSI B16.34 Classe 150 o DIN 3240.

Le valvole principali dovranno poter essere montate in qualsiasi posizione, dovranno essere idonee a sopportare gli sforzi massimi trasmissibili dalle tubazioni nelle condizioni estreme di mancata dilatazione e in tale condizione dovranno poter essere manovrate correttamente. Per gli sforzi di trazione il carico massimo sarà pari a  $160 \text{ N/mm}^2$ ; per gli sforzi di compressione il carico massimo sarà pari a  $160 \text{ N/mm}^2$  (in accordo alla norma EN 488), per la quale si richiede il certificato della prova effettuata per una taglia di diametro definita dalla Stazione Appaltante.

Tutti i materiali di tenuta utilizzati dovranno essere resistenti nel tempo alla temperatura di progetto di  $100^\circ\text{C}$  senza interventi di manutenzione o registrazione periodici.

Le valvole principali dovranno avere tenuta del seggio perfetta (goccia zero) corrispondente al grado A-ISO 5208, ed inoltre dovranno avere una tenuta perfetta anche tra stelo e corpo valvola.

Lo stelo dovrà avere una lunghezza tale da fuoriuscire dalla coibentazione così da permettere la completa manovrabilità della valvola. Lo stelo dovrà essere dimensionato per una coppia pari a minimo 2,5 volte quella necessaria per la manovra della valvola nelle condizioni di esercizio.

L'eventuale ed eccezionale operazione di sostituzione della tenuta dello stelo dovrà poter essere eseguita senza la necessità di smontaggio della valvola dalla tubazione.

Le estremità delle valvole principali dovranno essere preparate in stabilimento per la saldatura di testa in accordo alle norme ISO 6761, con cianfrino per spessori di tubazione maggiore o uguale a 3 mm.

Tutte le saldature eseguite sul corpo valvola dovranno essere di tipo elettrico ad arco sommerso. Il procedimento di saldatura dovrà essere qualificato in accordo alla norma EN 288-3.

Il comando delle valvole di diametro nominale maggiore al DN 150 sarà del tipo con riduttore ad ingranaggi con fine corsa in apertura ed in chiusura, mentre per le valvole di diametro nominale inferiore o uguale al DN 150 sarà manuale con chiave di azionamento. La chiusura della valvola dovrà avvenire in senso orario; la posizione dell'otturatore dovrà essere indicata da indicatori e targhette riportanti la dicitura "aperto" e "chiuso". Le valvole saranno dotate di fermi di fine corsa removibili.

Non si ritengono sfere piene, le sfere cave complete di inserto di tubo per mantenere costante la sezione di transito del fluido.

Le valvole preisolate saranno dotate, a monte e a valle, di uno stacco preisolato realizzato con tubo ANSI B36.10 Schedule 40, di lunghezza 20 cm, su cui saranno eventualmente poste le valvole di sfiato. Il tubo e la valvola di sfiato a saldare sarà di DN 32 per le valvole di diametro nominale maggiore di DN 100 e di DN 25 per le altre valvole.

Le dimensioni delle aste di manovra delle valvole preisolate e degli stacchi dovranno essere tali da consentire l'agevole manovrabilità delle valvole. Per esigenze realizzative, in generale il quadro d'innesto della chiave dovrà risultare posizionato circa 30 ÷ 40 cm al di sotto del piano stradale.

I fermi di fine corsa delle valvole preisolate dovranno essere rimovibili senza manomettere l'isolamento.

I tronchetti di prolunga saldati all'estremità del corpo valvola delle valvole preisolate di  $DN \leq 150$  dovranno avere una lunghezza tale da soddisfare la lunghezza complessiva della valvola di almeno 1.5 metri e di almeno 2 metri per le valvole di  $DN > 150$ , in modo da evitare il deterioramento dei materiali non metallici all'atto della posa in opera e della saldatura; tali tronchetti dovranno inoltre sporgere di 150 mm rispetto alla testa della coibentazione.

I materiali costituenti la coibentazione e l'involucro in polietilene delle valvole preisolate dovranno essere uguali a quelli impiegati nelle tubazioni preisolate.

Le valvole preisolate dovranno avere installati, all'interno del coibente, i fili costituenti il sistema di allarme, che dovranno essere conformi a quanto riportato nel capitolo specifico e correttamente collegati secondo le specifiche del Fornitore del sistema di allarme.

Le valvole preisolate dovranno essere conformi a quanto prescritto dalle norme UNI EN 488 - 1995, incluse le caratteristiche dimensionali e di resistenza meccanica.

Per le valvole preisolate non saranno ammesse per il corpo parti filettate, bullonate o guarnite e non saranno ammesse soluzioni comportanti l'impiego di parti filettate a contatto diretto con lo stelo.

Le valvole dovranno essere verniciate con ciclo di verniciatura resistente alle condizioni operative ed almeno equivalente a quanto prescritto per le tubazioni coibentate in opera. Dopo le prove in officina, le valvole dovranno essere pulite ed imballate per il trasporto con le estremità protette da tappi di plastica.

### **Prove e collaudi**

I tubi saldati da cui saranno eventualmente ricavati i corpi valvola dovranno essere conformi alle specifiche contenute nelle norme UNI EN 10224:2003, DIN 1626, ISO 2604 o norme equivalenti, sia relativamente al processo di produzione, ai controlli (ultrasonori, radiografici, di tenuta), alle marcature (qualità dell'acciaio, codice di produzione, marchio del Produttore), a fronte dei quali dovranno essere emessi certificati con documento tipo 3.1.B secondo normativa UNI EN 10204.

Per i corpi forgiati si dovrà prevedere un controllo al 100% con liquidi penetranti dell'estremità a saldare per una lunghezza pari a ½ DN.

Per i corpi fusi dovranno essere adottate le prescrizioni della norma ASTM A703-99. Dovrà essere inoltre eseguito un controllo radiografico delle estremità a saldare, estendendo il controllo per una larghezza di almeno 3 volte lo spessore del fasciame grezzo in corrispondenza dell'estremità, secondo la percentuale del 10%.

Entro una fascia di larghezza pari allo spessore a partire dai lembi da saldare non saranno ammessi difetti di nessun tipo. Dovranno inoltre essere radiografate le sezioni ritenute più critiche dal Produttore in accordo a quanto previsto dalla norma MSS.SP.54, punto 3. L'esame radiografico dovrà essere effettuato in accordo alla norma ASTM E94. In mancanza di richieste particolari della Stazione Appaltante, dovranno essere rispettati i requisiti di accettabilità imposti dalla norma MSS.SP.54, punto 5. In presenza di difetti rientranti nei criteri di accettabilità sopraindicati ma a carattere sistematico, si procederà al rifiuto della fornitura.

Il 100% delle valvole dovrà essere sottoposto in stabilimento a prova idraulica in accordo alla norma ISO 5208 per la verifica di tenuta del corpo, della guida stelo e delle sedi.

Sulle valvole dovrà essere impresso il marchio della ditta costruttrice e dovrà essere apposta una targhetta riportante le seguenti informazioni:

- PN, DN, Kvs della valvola;

- sigla del produttore della valvola;
- anno e mese di costruzione della valvola.

A fronte dei controlli e delle prove richieste dovranno essere emessi, relativamente a corpo valvola, otturatore, asta e braccio, i certificati di quanto segue:

- diametro e spessore della parete;
- analisi chimica del materiale base;
- caratteristiche meccaniche del materiale base e del giunto saldato;
- prova idraulica;
- controllo dimensionale;
- controlli non distruttivi;
- WPS di riferimento (Welding procedure specifications) in accordo alla norma EN 288-2;
- WPAR di supporto alle WPS in accordo alla norma EN 288-3.

Sulle valvole preisolate, in aggiunta a quanto richiesto sopra dovranno essere direttamente impresse o riportate su targhetta le seguenti informazioni:

- nome e sigla del produttore di PE;
- melt flow rate dichiarato dal produttore;
- diametro e spessore nominali della camicia in PEHD;
- data di produzione della camicia in PEHD;
- sigla del produttore della valvola nuda e preisolata;
- data di schiumatura;
- densità della schiuma isolante al cuore;
- controllo dei fili del sistema di rilevazione perdite e della qualità della rifinitura;
- EN 488.

Tali certificati e la certificazione PED delle valvole dovranno essere inviati alla Stazione Appaltante.

I controlli dimensionali o di altre grandezze o caratteristiche previsti dalla norma EN 448 dovranno essere condotti in accordo alle norme ISO corrispondenti, di cui si omette l'elencazione.

**Valvole di sezionamento rete di distribuzione di diametro nominale minore al DN 200**

Le valvole di sezionamento rete distribuzione di diametro nominale minore al DN 200, alloggiare all'interno di pozzetti di sezionamento, saranno del tipo a sfera cava e flottante, a passaggio ridotto, con attacchi a saldare di testa, a comando manuale, preisolate, eventualmente dotate di stacchi per gli sfiati.

Queste valvole saranno di diametro nominale compreso tra il DN 40 e DN 150.

Il corpo valvola potrà essere ottenuto da tubo con o senza saldatura longitudinale oppure mediante forgiatura oppure ancora mediante fusione; il materiale del corpo dovrà essere St 37.0 o equivalente per corpi realizzati da tubo, ASTM A105 o equivalente (ad eccezione del tenore di carbonio, che non deve essere maggiore di 0,22% sull'analisi di colata e di 0,24% sul prodotto) per corpi forgiati, oppure in acciaio ASTM A 216 WCB o equivalente (con tenore massimo di carbonio non superiore a quanto previsto per i forgiati) per i corpi fusi.

La sfera cava e flottante sarà in acciaio AISI 304 o equivalente.

Lo stelo di manovra, in acciaio AISI 303 o equivalente, sarà del tipo lungo, con doppia tenuta.

La prolunga di guida sarà realizzata in acciai; all'estremità della prolunga, per una lunghezza non inferiore a 5 cm, l'isolamento dovrà essere terminato con un elemento che garantisca la tenuta all'acqua (*water-stop*).

Le tenute della sfera, indipendenti tra loro, saranno in PTFE caricato con fibra di carbonio montate con un sistema elastico precaricato in modo da garantire la doppia tenuta anche alle basse pressioni. La tenuta dello stelo, sostituibile dall'esterno, sarà doppia in PTFE caricato con grafite.

Le valvole termineranno con il semplice quadro di comando.

Componente	Caratteristiche	Specifica	Rif. normativo
Parti di acciaio	Tipo di valvola	Otturatore a sfera flottante a passaggio ridotto	
	Corpo valvola	Da tubo: Acciaio ST 37 Fuso: Acciaio ASTM A216 WCB Forgiato: Acciaio ASTM A105 Estremità a saldare	DIN 3840
	Sfera	Del tipo cavo in acciaio AISI 304 o equivalente	

Componente	Caratteristiche	Specifica	Rif. normativo	
	Stelo	Acciaio AISI 303 o equivalente		
	Prolunga di guida	Acciaio AISI 303 o equivalente		
	Anelli di tenuta	PTFE caricato con fibra di carbonio, con sistema elastico		
	Tenuta sullo stelo	Doppia, PTFE caricato con grafite; esente da manutenzione.		
	Manovrabilità	Chiusura in senso orario Valvola manovrabile da fuori isolamento	EN 488	
	Pressione di progetto	PN 25	EN 488	
	Temperatura di funzionamento	T max 110°C T min 10°C		
	Tronchetti di prolunga	Con le stesse caratteristiche delle tubazioni da coibentare in opera		
	Estremità a saldare	Conformi a ISO 6761 Estremità non verniciate per l = 100mm		
	Resistenza a carichi assiali	Le valvole devono essere manovrabili e resistere al carico assiale prescritto nella norma EN 488	EN 488	
	Prove		Tenuta fra stelo e corpo valvola	API 598
			Tenuta del sedgio corrispondente al grado A (ISO 5208)	ISO 5208
		Test da effettuare sul 100% delle valvole		
Schiuma isolante	Tutte le caratteristiche e prove	Come richiesto per le tubazioni preisolate		
	Prove e campioni	Secondo EN 253	EN 488	
Tubo in polietilene	Spessore	Come per le tubazioni preisolate, ma con spessore minimo pari a 3 mm		
	Tutte le caratteristiche e prove	Dopo la schiumatura, come prescritto da EN 488	EN 488	
	Marcatura	Sul tubo PEAD il produttore deve indicare: <ul style="list-style-type: none"> <li>- nome e sigla del produttore di PE;</li> <li>- <i>melt flow rate</i> dichiarato dal produttore;</li> </ul>	EN 488	

Componente	Caratteristiche	Specifica	Rif. normativo	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diametro e spessore nominali;</li> <li>- data di produzione.</li> </ul>		
Valvola assiemata	Estremità	Estremità della valvola e dell'involucro in PEHD secondo EN 448. Estremità dello stelo con isolamento protetto da <i>water-stop</i> e parte esterna resistente alla corrosione	EN 488	
	Saldatura del PE	Come precisato in EN 448 p.4.4.3 Tenuta stagna dopo la schiumatura come precisato in EN448 p.4.4.4.	EN 488	
Valvola assiemata	Aumento di diametro dell'involucro	Dopo la schiumatura, come prescritto da EN 448 p.4.4.5	EN 488	
	Spessore minimo di isolamento	Come precisato da EN448 p.4.4.6	EN 488	
	Tolleranze dimensionali	Lunghezza tra le due estremità:	± 10 mm	EN 488
		Altezza stelo dall'asse del tubo:	±5 mm	
	Marcatura	Sulla valvola preisolata si deve indicare: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pressione nominale della valvola;</li> <li>- DN e spessore delle estremità;</li> <li>- tipo di acciaio delle estremità;</li> <li>- sigla del produttore della valvola nuda;</li> <li>- sigla del produttore della valvola isolata;</li> <li>- EN 488;</li> <li>- data di schiumatura;</li> <li>- anno e mese di produzione della valvola</li> </ul>	EN 488	

Tabella 19 Specifiche valvole di radice DN minore di 200

### Valvole di radice sottostazione

Le valvole di radice sottostazione di diametro nominale compreso tra il DN 25 e il DN 125, alloggiata nell'edificio dell'utente, saranno del tipo a sfera cava e flottante, a passaggio totale, con attacchi a saldare, a comando manuale, da coibentare in opera.

Il corpo valvola potrà essere ottenuto da tubo con o senza saldatura longitudinale oppure mediante forgiatura oppure ancora mediante fusione; il materiale del corpo dovrà essere St 37.0 o equivalente per corpi realizzati da tubo, ASTM A105 o equivalente (ad eccezione del tenore di carbonio, che non deve essere maggiore di 0,22% sull'analisi di colata e di 0,24% sul prodotto) per corpi forgiati, oppure in acciaio ASTM A 216 WCB o equivalente (con tenore massimo di carbonio non superiore a quanto previsto per i forgiati) per i corpi fusi.

La sfera cava e flottante sarà in acciaio AISI 304 o equivalente. Lo stelo sarà in acciaio AISI 303 o equivalente.

Le tenute della sfera, indipendenti tra loro, saranno in PTFE caricato con fibra di carbonio montate con un sistema elastico precaricato in modo da garantire la doppia tenuta anche alle basse pressioni. La tenuta dello stelo, sostituibile dall'esterno, sarà doppia in PTFE caricato con grafite.

Le leva di comando delle valvole dovrà essere in acciaio al carbonio montata parallela al foro di passaggio della sfera e con impugnatura in rivestimento sintetico.

Componente	Caratteristiche	Specifica	Rif. normativo
Parti di acciaio	Tipo di valvola	Otturatore a sfera flottante a passaggio totale	
	Corpo valvola	Da tubo: Acciaio St 37.0 Fuso: Acciaio ASTM A216 WCB Forgiato: Acciaio ASTM A105 Estremità a saldare	DIN 3840
	Sfera	Tipo cavo in acciaio AISI 304 o equivalente	
	Stelo	Acciaio AISI 303 o equivalente	
	Anelli di tenuta	PTFE caricato con fibra di carbonio, con sistema elastico	
	Tenuta sullo stelo	Doppia in PTFE caricato con grafite; esente da manutenzione.	
	Manovrabilità	Chiusura in senso orario Valvola manovrabile da fuori isolamento	EN 488
	Pressione di progetto	= PN 25	EN 488
	Valvola assiemata	T max 110°C T min 10°C	

Componente	Caratteristiche	Specifica	Rif. normativo	
	Estremità a saldare	Conformi a ISO 6761 Estremità non verniciate per 100 mm		
	Resistenza a carichi assiali	Le valvole devono essere manovrabili e resistere al carico assiale prescritto nella norma EN 488	EN 488	
	Prove	Tenuta fra stelo e corpo valvola		API 598
		Tenuta del seggio corrispondente al grado A (ISO5208)		ISO 5208
		Test da effettuare sul 100% delle valvole		

Tabella 20 Specifiche valvole di radice sottostazione

### Valvole di sfiato/drenaggio

Le valvole di sfiato saranno del tipo a sfera cava e flottante a comando manuale, a passaggio totale, con n°1 attacco a saldare di testa e n°1 attacco filettato.

Queste valvole saranno di diametro compreso tra il DN 25 e il DN 40 e dovranno avere le stesse caratteristiche costruttive delle valvole di radice sottostazione.

Componente	Caratteristiche	Specifica	Rif. normativo
Parti di acciaio	Tipo di valvola	Otturatore a sfera flottante a passaggio totale	
	Corpo valvola	Da tubo: Acciaio St 37.0 Fuso: Acciaio ASTM A216 WCB Forgiato: Acciaio ASTM A105 Estremità a saldare	DIN 3840
	Sfera	Tipo cavo in acciaio AISI 304 o equivalente	
	Stelo	Acciaio AISI 303 o equivalente	
	Anelli di tenuta	PTFE caricato con fibra di carbonio, con sistema elastico	
	Tenuta sullo stelo	Doppia in PTFE caricato con grafite; esente da manutenzione.	
	Manovrabilità	Chiusura in senso orario Valvola manovrabile da fuori isolamento	EN 488
	Pressione di progetto	= PN 25	EN 488

Componente	Caratteristiche	Specifica	Rif. normativo
	Temperatura di funzionamento	T max 110°C T min 10°C	
	Estremità a saldare	Conformi a ISO 6761 Estremità non verniciate per 100 mm	
	Estremità filettata	Filetto metrico standard delle dimensioni nominali della valvola, estremità verniciata	
	Resistenza a carichi assiali	Le valvole devono essere manovrabili e resistere al carico assiale prescritto nella norma EN 488	EN 488
	Prove	Tenuta fra stelo e corpo valvola	API 598
		Tenuta del seggio corrispondente al grado A (ISO5208)	ISO 5208
		Test da effettuare sul 100% delle valvole	

Tabella 21 Specifiche valvole di sfiato/drenaggio

Le valvole di sfiato/drenaggio dovranno essere saldate alla tubazione completamente aperte e successivamente dovranno essere chiuse e dovrà essere avvitato il tappo di sicurezza. Le valvole dovranno essere protette dalla corrosione con l'applicazione di apposita vernice antiossidante.

#### 3.9.1.10 Cavidotti

Come predisposizione per la posa di cavi di telecontrollo, dovrà essere posato un cavidotto protettivo da interro, isolante a base di PE ad alta densità, conforme alle prescrizioni CEI 23-55 '96 e varianti; pesante, pieghevole, doppia parete, corrugato a spirale esterno, liscio interno, non autoestinguente, munito di sonda tiracavo. Il diametro esterno del cavidotto è 90 mm.

Le giunzioni dovranno essere realizzate con manicotti della stessa marca e modello del tubo corrugato e devono garantire la tenuta rispetto ad infiltrazioni d'acqua dall'esterno. Le estremità della polifora dovranno essere protette da tappi ad espansione in materiale plastico.

Il cavidotto, ove possibile, sarà posato con la logica del "dentro/ fuori": ogni utente, ove possibile, sarà raggiunto da due cavidotti, uno in entrata ed uno in uscita, in questo

modo si evita di realizzare un pozzetto di derivazione per ogni utente, limitando la possibilità di infiltrazioni d'acqua dai pozzetti di derivazione alle abitazioni degli utenti.

#### *3.9.1.11 Cavo di trasmissione dati*

Il cavo di trasmissione dati dovrà essere del tipo multicoppie in rame stagnato, flessibile, a coppie schermate a nastro di alluminio e twistate, per impianto di trasmissione dati, isolato in polipropilene, od a bassa capacità, appositamente studiato per trasmissioni veloci e su lunghe distanze. Il cavo adottato è da 2 coppie.

#### **Posa del cavo di trasmissione dati**

Sulla dorsale principale della rete di teleriscaldamento il doppio cavo di trasmissione dati andrà posato assieme al cavidotto, sfruttando la sonda a corredo del cavidotto stesso; all'interno dei pozzetti, che lungo la dorsale principale saranno posizionati ogni 50 m circa, verranno realizzate le giunzioni, che dovranno essere eseguite in conformità alle prescrizioni fornite dal Produttore dei cavi.

I pozzetti del cavo di trasmissione dati saranno posizionati anche in prossimità degli stacchi principali e anche qui verranno realizzate le giunzioni tra cavo principale e cavo secondario. In prossimità degli stacchi di utenza generalmente non saranno realizzati pozzetti, in quanto le giunzioni dei cavi saranno realizzate presso la sottostazione di utenza, sfruttando i due cavidotti posati.

L'Appaltatore, al termine dei lavori, dovrà consegnare alla Stazione Appaltante il layout "*as-built*" della posa del cavo di trasmissione dati ed in tale elaborato saranno compresi:

- planimetria della posa dei cavi;
- schema di tutte le giunzioni,
- il registro della verifica delle giunzioni in corso d'opera come richiesto al paragrafo successivo.

#### **Verifica del funzionamento del sistema di trasmissione dati**

Si richiede all'Appaltatore la verifica della correttezza delle giunzioni sul cavo di trasmissione dati, che dovrà essere condotta in conformità alle prescrizioni fornite dal Produttore del cavo. La prova dovrà essere condotta sistematicamente su ogni giunzione in corso d'opera.

### **3.9.2 Specifiche tecniche di realizzazione e posa**

La rete di distribuzione del calore dovrà essere realizzata a circuito chiuso, con doppia tubazione (mandata e ritorno) dello stesso diametro e spessore di isolamento nei tratti corrispondenti. La tubazione di mandata sarà sempre ed esclusivamente definita come posizione dalla Stazione Appaltante, in generale si manterrà la mandata sul lato destro ponendosi nel verso di scorrimento dell'acqua dalla centrale di produzione verso le utenze.

Dovranno essere usate tubazioni, pezzi speciali, espansori monouso, e valvole preisolate. I materiali impiegati dovranno essere conformi a quanto previsto nelle presenti Specifiche Tecniche.

Le metodologie di posa dei diversi componenti, in accordo con le indicazioni dei fornitori e delle presenti Specifiche, dovranno essere fatte proprie dall'Appaltatore e presentate alla Stazione Appaltante per l'approvazione preliminarmente ai lavori di messa in opera.

L'Appaltatore dovrà predisporre quanto necessario per l'esecuzione del lavoro, comprensivo di attrezzature e prestazioni per il montaggio dei materiali da porre in opera.

Sono da considerarsi a cura e a carico dell'Appaltatore le seguenti attività espresse a titolo indicativo e non limitativo:

- indagine e verifica sulla presenza ed entità dei servizi interrati lungo il tracciato della rete di distribuzione del calore;
- delimitazione dell'area di scavo ed asportazione della eventuale pavimentazione;
- esecuzione di scavi, fosse di saldatura, opere per il drenaggio degli scavi medesimi, opere provvisorie necessarie a sostegno delle pareti di scavo;
- approvvigionamento e trasporto dei tubi dal deposito sino alla trincea di posa;
- posizionamento dei tubi in scavo per la saldatura;
- pulizia interna dei tubi;
- esecuzione delle saldature;
- esecuzione dei controlli sulle saldature con metodi non distruttivi;
- esecuzione di eventuali riparazioni su saldature, compreso il ricontrollo;
- collegamento dei fili del sistema di rilevamento delle perdite;
- preparazione, saldatura, finitura, prova e schiumatura dei giunti di ripristino della continuità del coibente e della camicia in PEAD;

- verifica della resistenza di isolamento del giunto appena realizzato mediante opportuna strumentazione;
- rimozione di eventuali sostegni, staffe ed elementi portanti;
- riempimento parziale degli scavi con sabbia;
- interrimento dei tubi corrugati per l'alloggiamento dei cavi di segnalazione, controllo e comando;
- posa dei cavi di segnalazione, controllo e comando;
- posa dei nastri di segnalazione tubazioni;
- riempimento di trincee e fosse di saldatura a livello del suolo e ripristino provvisorio del terreno di superficie;
- controllo di compattezza del suolo;
- ripristino definitivo delle aree di cantiere;
- pulizia mediante flussaggio delle tubazioni;
- esecuzione delle prove idrauliche di pressione delle tubazioni;
- verifica della resistenza di isolamento complessiva della tratta mediante il sistema di ricerca perdite, esecuzione delle prove previste e messa in servizio del sistema di ricerca perdite;
- ripristino provvisorio delle pavimentazioni stradali;
- ripristino definitivo delle pavimentazioni stradali.

Per ciascuna delle attività indicate si rimanda agli specifici capitoli.

#### *3.9.2.1 Stoccaggio dei materiali*

Lo stoccaggio e la movimentazione dei materiali dovrà avvenire in conformità alle prescrizioni dei diversi produttori, copia delle quali dovrà essere consegnata alla Stazione Appaltante.

Lo stoccaggio dovrà avvenire in area recintata e sorvegliata appositamente predisposta dall'Appaltatore, sotto la sua responsabilità. È fatto tassativo divieto di stoccare il materiale da posare lungo il cantiere o in corrispondenza dello scavo, così come è richiesta rimozione in giornata di tutti gli sfridi di materiale prodotti lungo il cantiere.

Per le tubazioni preisolate è ammesso lo stoccaggio all'esterno, purché esse risultino sollevate dal terreno e l'estremità del coibente sia rimossa all'atto della posa in opera, per una lunghezza minima di 2 cm per parte, nel caso in cui siano state stoccate in cantiere per più di 6 mesi.

In particolare, non sarà ammessa la posa in opera di tubazioni che risultino prive dei tappi in materiale plastico di chiusura delle estremità. Tali protezioni dovranno essere mantenute sulla tubazione sino all'esecuzione delle operazioni di saldatura. Ciò vale anche per le protezioni del coibente, atte a prevenire l'infiltrazione di umidità nell'isolamento.

Gli altri materiali da utilizzare quali muffole, pezzi speciali, valvole, accessori, dovranno essere stoccati all'interno di idonei magazzini coperti.

Alla Stazione Appaltante dovrà essere in ogni momento consentito l'accesso per ispezione e controllo delle modalità di stoccaggio e dei materiali ivi presenti.

### *3.9.2.2 Posa delle reti preisolate*

Le tubazioni preisolate dovranno essere posate direttamente nella trincea di scavo.

Prima di essere calati nello scavo i tubi dovranno essere accuratamente esaminati con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento per accertare che nel trasporto e durante la movimentazione non siano stati danneggiati.

Le tubazioni saranno calate sul letto di sabbia predisposto con uno spessore minimo di 10 cm. Si dovrà assolutamente evitare che le tubazioni, nello scavo, poggino su pietre, barrotti di legno o altro materiale che possa danneggiare il rivestimento esterno.

Le estremità delle tubazioni dovranno essere protette dall'ingresso successivo di corpi estranei per mezzo di tappi.

Ogni tratto di condotta dovrà essere allineato e disposto in modo che l'asse del tubo non presenti punti di flessioni e non vi siano contropendenze in corrispondenza di punti senza scarichi e sfiati. Le due tubazioni (mandata e ritorno) dovranno essere posate alla stessa profondità.

Piccole correzioni della direzione del tubo saranno ammesse ricorrendo ad un adattamento della testata delle tubazioni (spicchiatura) limitata a valori:

- inferiori a 3° di variazione angolare fra l'asse di due canne consecutive per tubazioni di dorsale o stacchi di utenza con  $DN \geq 80$ ;
- inferiori a 5° di variazione angolare fra l'asse di due canne consecutive per tubazioni di stacchi di utenza con  $DN < 80$ .

Tale operazione, quando necessaria, è comunque compresa negli oneri relativi all'esecuzione di ciascuna giunzione. Correzioni angolari superiori saranno ottenute intervenendo su più giunzioni successive, ciascuna entro il limite sopraindicato.

Nei tratti di rete rettilinei, quale tolleranza di posa rispetto ai valori nominali è ammesso un disallineamento massimo fra la tubazione di mandata e quella di ritorno non superiore a 0,5° (circa 10 cm per canne di 12 metri).

In corrispondenza delle giunzioni fra le tubazioni lo scavo dovrà essere adeguatamente allargato per consentire agli operatori di lavorare e muoversi senza difficoltà; in alternativa si potrà procedere all'esecuzione di scavi maggiorati rispetto alle sezioni tipiche su richiesta della Stazione Appaltante.

Le fosse così costituite dovranno permettere l'esecuzione di saldature e muffolature senza ricorrere a movimentazione o rotazione delle barre.

I cambi di direzione delle tubazioni saranno ottenuti con pezzi speciali preisolati.

Le valvole saranno saldate alla tubazione avendo l'accortezza di posizionare l'otturatore in posizione di completa apertura, per evitare danneggiamenti alle superfici di tenuta.

La posizione di montaggio delle valvole principali e di quelle eventuali di sfiato o drenaggio dovrà essere conforme alle indicazioni riportate nei disegni tipici allegati al presente Capitolato, con particolare riguardo alla manovrabilità dei componenti.

Al termine delle fasi di saldatura, controllo delle saldature, muffolatura e prove relative, si proseguiranno le operazioni di rinterro, per le quali si rimanda al capitolo specifico.

Al di sopra delle tubazioni preisolate, in corrispondenza dell'asse dello scavo ed al di sopra dello strato riempito con sabbia (generalmente a profondità costante rispetto alla superficie stradale), si provvederà a posare nello scavo n.1 o 2 tubazioni per cavi di segnale, costituite da cavidotto corrugato di diametro come prescritto nell'apposito paragrafo.

Le suddette tubazioni dovranno sboccare in opportuni pozzetti rompitratta o pozzetti di derivazione utenze, distanziati fra loro non più di 50 m; la posizione dei pozzetti è indicata nei disegni allegati. L'Appaltatore avrà cura di posizionare i chiusini nella zona soggetta a minor traffico veicolare, onde preservarli dalla continua sollecitazione dovuta al transito dei veicoli.

In ogni cavidotto, dovrà essere predisposto il cordino pilota. Nel caso in cui, anche con l'ausilio del cordino pilota, non si riuscisse a posare il cavo di telecomando, l'Appaltatore dovrà intervenire a sue spese sulla tubazione per porre rimedio al problema.

Le tubazioni sopraccitate saranno posate all'interno di uno strato di sabbia con spessore non inferiore a 5 cm intorno al cavidotto, secondo quanto indicato negli schemi grafici allegati.

Per segnalare la presenza dei tubi del teleriscaldamento e delle tubazioni di segnale dovrà essere posato, al termine del riempimento con sabbia, in corrispondenza di ogni tubazione preisolata, un nastro plastico di segnalazione avente larghezza non inferiore a 10 cm di colore rosso recante la scritta nera "**RETE TELERISCALDAMENTO**", inoltre lo stesso nastro dovrà essere posizionato anche sopra i cavidotti in asse allo scavo.

In corrispondenza delle derivazioni per gli stacchi terminali di utenza si poseranno n. 2 cavidotti di diametro 63 mm sino all'interno del fabbricato dell'utente. Le tubazioni posate per la derivazione d'utenza dovranno avere entrambe le estremità sigillate con tappi ad espansione con guarnizione in elastomero, atti a prevenire l'ingresso di acqua nel fabbricato.

Gli stacchi terminali di utenza termineranno all'interno dei fabbricati di proprietà degli utenti, e costituiranno il limite di posa della rete di distribuzione. L'eventuale tragitto interno ai fabbricati necessario a raggiungere il locale ove sarà ubicata la sottostazione di scambio termico sarà effettuato utilizzando tubazioni isolate in opera, secondo il percorso valutato dall'Appaltatore ed approvato dall'utente e dalla Stazione Appaltante.

Il sistema di allarme non sarà prolungato a monitorare le tubazioni coibentate in opera e i circuiti del sistema di ricerca perdite andranno chiusi con gli opportuni accessori nei pressi del punto di ingresso nel fabbricato, in prossimità delle valvole di radice. Gli accessori dovranno consentire di raggiungere i punti di collegamento dei circuiti al di fuori delle fasce *water-stop*, in posizione accessibile per possibili successivi interventi di controllo. In ogni caso dovrà essere scrupolosamente rispettato il progetto del sistema rilevamento perdite che sarà approvato dalla Stazione Appaltante.

Le valvole di radice sottostazione saranno in generale installate in corrispondenza dell'ingresso delle tubazioni nell'edificio, poste in posizione facilmente accessibile, ad altezza possibilmente non superiore a 2 m da terra.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'evitare la trasmissione delle vibrazioni dalle tubazioni alle strutture murarie, avendo cura di interporre, ove necessario, adeguati elementi elastici con funzione di smorzatore sia negli attraversamenti murari sia nei supporti. Nessun maggiore onere sarà riconosciuto per la fornitura e posa di tali componenti.

### *3.9.2.3 Esecuzione e controllo delle saldature in opera*

Le tubazioni ed i pezzi speciali saranno giuntati di testa mediante saldatura elettrica a piena penetrazione a due o più passate, di cui la prima dovrà essere eseguita con procedimento TIG (Tungsten Inert Gas).

Ciascuna giunzione dovrà essere numerata, a cura dell'Appaltatore con codifica concordata con la Stazione Appaltante, e tali numeri dovranno comparire sui certificati di controllo delle saldature e sui disegni esecutivi e di "as-built" (su specifico "layer").

#### **Qualifica dei procedimenti e dei saldatori**

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la qualifica del procedimento di saldatura secondo i criteri prescritti dalle norme EN 288-3 ed una lista dei saldatori che intenderà utilizzare. Ogni saldatore dovrà essere qualificato secondo EN 287 per il procedimento di saldatura utilizzato.

La Stazione Appaltante per verificarne l'idoneità, richiederà una prova (a cura e spese dell'Appaltatore) in sua presenza con le attrezzature ed i materiali che dovranno essere utilizzati per il montaggio della rete.

L'Appaltatore dovrà accettare il giudizio della Stazione Appaltante, o di persona da esso incaricata, in merito alla qualità delle saldature.

Ai saldatori ritenuti idonei sarà rilasciato blocchetto personale per l'annotazione delle saldature eseguite sul quale dovranno essere giornalmente registrate le saldature effettuate, con riferimento alla numerazione riportata negli elaborati esecutivi. Detta notazione dovrà essere giornalmente sottoposta ad approvazione della Stazione Appaltante. In caso di mancato rispetto di tale procedura identificativa non sarà autorizzato il pagamento delle saldature.

La procedura precedentemente descritta dovrà essere ripetuta in caso di sostituzione dei saldatori.

Durante i lavori i saldatori che avranno eseguito numerose saldature difettose dovranno essere immediatamente sollevati dall'incarico su insindacabile indicazione della Stazione Appaltante.

### **Materiali di apporto**

Per le passate di riempimento dovranno essere utilizzati elettrodi di tipo omologato (classe di resistenza E 44/52L4B) con rivestimento basico secondo UNI 5132 e 7243; il materiale d'apporto per il procedimento TIG dovrà essere di qualità corrispondente a quella del materiale base, cioè classificato ER 70S-3 secondo AWS A5.18.

Il materiale di apporto dovrà essere conservato in luogo asciutto e mantenuto in confezioni ermeticamente sigillate sino al momento dell'uso.

Prima dell'utilizzazione gli elettrodi dovranno subire un processo di essiccamento in forno ad una temperatura di 350 - 400 °C per 2 ore e successivamente saranno conservati in forno a 150 °C; gli stessi dovranno essere introdotti in fornelli portatili e mantenuti a temperatura non inferiore a 80 °C, da cui saranno prelevati per l'utilizzo.

Gli elettrodi non utilizzati al termine del turno di lavoro o che siano rimasti nel forno di mantenimento ad una temperatura minore a 80 °C, dovranno essere essiccati nuovamente prima dell'utilizzo (non è ammesso un numero di trattamenti di essiccamento maggiore di 2).

In alternativa le passate di riempimento potranno essere realizzate con procedimento TIG.

### **Preparazione dei lembi**

Le estremità dei tubi dovranno essere cianfrinate in accordo alle norme ISO 6761.

### **Allineamento**

Il dislivello fra i lembi non potrà superare un valore pari a 3/10 dello spessore di parete, con un massimo di 1,0 mm e dovrà risultare distribuito lungo tutta la superficie provvedendo, se necessario, alla rotazione delle barre da accoppiare.

### **Condizioni meteorologiche**

In caso di pioggia, neve, vento (particolarmente se con sabbia o polvere), l'Appaltatore dovrà predisporre opportune protezioni per le parti da saldare e per il saldatore, in modo

da garantire una corretta esecuzione del lavoro. Se ciò non fosse possibile non sarà permessa l'esecuzione delle saldature.

Qualora i lembi da saldare siano bagnati o coperti da brina, ghiaccio o neve si potrà procedere alla saldatura solo dopo aver asciugato il giunto con fiamma o altra sorgente di calore.

Quale protezione minima si richiede la copertura completa con teli protettivi della fossa di saldatura; non sarà considerata sufficiente la protezione offerta da ombrelloni.

In condizioni estive di elevato irraggiamento solare sarà necessaria un'analogha copertura atta ad ombreggiare le estremità delle tubazioni soggette a saldatura e l'operatore stesso.

### **Preriscaldamento**

Il preriscaldamento si effettuerà obbligatoriamente quando la temperatura ambiente sia inferiore a +5°C, e dovrà interessare una zona a cavallo del giunto pari ad almeno 200 mm.

La temperatura di preriscaldamento (circa 100 °C) dovrà essere mantenuta su tutto il giunto e per tutto il tempo di esecuzione della saldatura. Il riscaldamento potrà essere eseguito mediante resistenze elettriche, apparecchi ad induzione, torce da riscaldamento, bruciatori a gas, etc.

### **Controlli ed eliminazione dei difetti**

Per accertare la qualità delle saldature saranno eseguiti controlli superficiali (visivo e con liquidi penetranti) e interni (mediante radiografia); tali controlli sono compresi nel prezzo unitario delle tubazioni e dei pezzi speciali; l'Appaltatore per svolgere questi controlli dovrà avvalersi di personale e di società specializzate nel settore Prove non distruttive; è fatto obbligo all'Appaltatore di subordinare l'attività di posa all'attività di controllo sopra descritta.

Le saldature in opera delle tubazioni saranno soggette a:

- controllo visivo esteso al 100% delle saldature;
- esame radiografico secondo UNI EN 1435 nella misura di circa il 20%.

La scelta delle saldature da controllare sarà ad esclusiva discrezione della Stazione Appaltante, entro la percentuale complessiva prima indicata. Le indicazioni saranno

fornite durante l'esecuzione dei lavori con cadenza giornaliera, secondo modalità di dettaglio rispondenti a quanto successivamente indicato.

I criteri di accettabilità specifici per l'esame radiografico sono indicati nella UNI EN 12517, mentre quelli per l'esame con liquidi penetranti sono indicati nella UNI EN 1289.

Qualora detti controlli denunciassero difetti non accettabili, si dovrà procedere alla riparazione del difetto ed al successivo riconrollo, ad esclusivo onere dell'Appaltatore. Inoltre dovranno essere eseguiti controlli di estensione (al di fuori della percentuale di controllo complessiva) sulle due saldature eseguite dallo stesso saldatore immediatamente prossime alla saldatura difettosa, ad esclusivo onere dell'Appaltatore. Nel caso di riscontro di ulteriori difetti non accettabili nei controlli di estensione suddetti, si dovranno estendere progressivamente i controlli alle altre saldature eseguite dallo stesso saldatore, seguendo la stessa logica.

L'eliminazione dei difetti dovrà essere eseguita mediante molatura e la riparazione dovrà essere eseguita con lo stesso procedimento di saldatura previsto per la saldatura originale. Non saranno accettati interventi diversi. Una medesima zona non potrà essere interessata da più di due interventi di riparazione, dopodiché è fatto obbligo di taglio del giunto e rimozione delle zone termicamente alterate.

Dovrà essere tenuto un registro delle riparazioni avvenute con l'identificazione del giunto e del saldatore che ha eseguito il giunto difettoso.

L'organizzazione del lavoro di saldatura e controllo delle saldature dovrà consentire di rispettare le seguenti prescrizioni:

- giornalmente, entro il normale orario di lavoro, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Stazione Appaltante quali giunzioni saranno saldate entro il termine della giornata;
- la Stazione Appaltante comunicherà entro le ore 18 della medesima giornata (salvo diversi accordi) quali saldature dovranno essere oggetto di controllo entro le successive 24 ore;
- l'istituto specializzato nel settore Pnd dovrà trasmettere copia dei rapporti di esame eseguiti contemporaneamente all'Appaltatore ed alla Stazione Appaltante;
- l'Appaltatore potrà procedere con l'esecuzione delle muffolature solamente in presenza della certificazione con esito positivo ricevuta ed approvata dalla Stazione Appaltante;

- gli esiti dei controlli e la certificazione in originale dovranno essere consegnati mensilmente alla Stazione Appaltante.

Resta inteso che la Stazione Appaltante si riserva la facoltà di eseguire controlli non distruttivi integrativi con società specializzate direttamente incaricate. Nessun onere aggiuntivo sarà dovuto dalla Stazione Appaltante per rallentamenti alla produzione dovuti a controlli aggiuntivi ritenuti necessari dalla Stazione Appaltante.

#### *3.9.2.4 Pulizia e flussaggio delle tubazioni*

Prima, durante ed al termine delle operazioni di posa si dovrà assicurare che l'interno delle tubazioni sia pulito, asciutto e privo di ogni corpo estraneo.

Durante la posa si dovrà pertanto procedere alla pulizia delle tratte posate, che dovrà essere eseguita mediante il flussaggio con acqua.

Il flussaggio delle tubazioni, eseguito con una velocità dell'acqua non inferiore a 2 m/s, dovrà proseguire per un tempo sufficiente a rimuovere i corpi eventualmente presenti.

Di ciascuna operazione di pulizia dovrà essere redatto specifico verbale in contraddittorio con la Stazione Appaltante.

#### *3.9.2.5 Sistema di muffolatura*

Il giunto utilizzato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- ripristinare la continuità di tutti i materiali
- trasmettere gli sforzi generati dalle dilatazioni termiche nell'isolamento e nel rivestimento
- garantire l'impermeabilità nelle condizioni di esercizio ad eventuali infiltrazioni.

Per evitare penetrazione di umidità nello strato termoisolante, tutte le operazioni successive alla saldatura dei tubi di servizio (controllo ed eventuale riparazione delle saldature, asportazione della corona circolare di isolamento, collegamento dei fili sensori, controlli durante la realizzazione della rete, muffolatura, schiumatura, etc.) non dovranno essere effettuate con tempo piovoso a meno che non si predisponga un'opportuna copertura dell'area di lavoro e non si verifichi impozzamento delle acque dalle trincee di posa.

Nel caso in cui la trincea di posa sia allagata, anche parzialmente e per qualsivoglia ragione, con conseguente bagnatura del coibente della tubazione, le tubazioni già

posate in cui la muffola non sia stata realizzata dovranno essere rimosse ed eliminate, ad esclusivo onere dell'Appaltatore.

La zona di lavoro non dovrà essere direttamente esposta all'irraggiamento solare, e si dovrà procedere alle lavorazioni preferibilmente nelle ore mattutine o serali, specialmente in condizioni estive.

Prima di procedere alla schiumatura del giunto si dovrà attendere il raffreddamento dell'interno del giunto ad almeno 40°C.

In periodo invernale non sarà consentita l'esecuzione del giunto a temperature inferiori a 0°C. Per temperature inferiori a 10°C l'Appaltatore dovrà porre in opera opportuni accorgimenti per riscaldare il giunto fra 10° e 20°C al momento della schiumatura.

In periodo estivo non sarà consentita la schiumatura del giunto a temperature esterne superiori a 30°C. Per temperature ambiente comprese fra 25 e 30°C l'Appaltatore dovrà porre in opera opportuni accorgimenti per lo stoccaggio e conservazione del materiale preliminarmente alla schiumatura.

I componenti della miscela di poliolo e isocianato utilizzata per la schiumatura della muffola dovranno essere predosati dal produttore e del tipo adatto per le condizioni atmosferiche stagionali (miscela estiva o invernale), onde minimizzare errori di posa dovuti alla manualità dell'operatore.

Al termine della fase di schiumatura, ogni giunzione dovrà essere ulteriormente verificata e schedata attraverso la compilazione di un registro di misura della funzionalità del sistema di rilevamento e ricerca perdite, nel quale dovrà essere annotata, per ciascun filo di allarme della singola giunzione, la resistenza di isolamento misurata nel giunto immediatamente successivo ancora da completare, con riferimento al codice di numerazione dei disegni esecutivi utilizzato per l'identificazione delle saldature. In caso di mancato rispetto di tale procedura non sarà autorizzato il pagamento delle muffolature.

Tutto il personale addetto all'esecuzione delle muffole dovrà essere opportunamente formato per l'esecuzione di tali giunzioni mediante un periodo di affiancamento a personale già qualificato della durata minima di 5 giorni lavorativi, al termine del quale dovrà superare apposito esame sul campo alla presenza della Stazione Appaltante. Non sarà consentita l'esecuzione di giunzioni in campo da parte di personale non formato.

Si intende qualificato l'operatore che abbia eseguito almeno 200 muffole su diametri compresi tra il DN 25 al DN 450 o l'operatore che abbia partecipato a corsi di formazione organizzati dai primari produttori di tubazioni preisolate; l'Appaltatore provvederà a fornire alla Stazione Appaltante copia dei certificati di partecipazione a tali corsi o la dichiarazione firmata riportante l'attestazione delle esperienze conseguite dall'operatore sul campo.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di effettuare prelievi in campo per controllare la qualità e la rispondenza della schiumatura e dei giunti alle prescrizioni di norma e del presente Capitolato, sia per quanto concerne le caratteristiche dei materiali sia le modalità esecutive.

#### *3.9.2.6 Sistema di rilevamento e ricerca perdite*

##### **Modalità di montaggio dei sensori**

Le modalità di collegamento dei fili sensori in corrispondenza delle giunzioni tra componenti preisolati, in corrispondenza di stacchi, tratti terminali, etc. e in generale le modalità di montaggio del sistema di rilevamento e ricerca perdite dovranno essere conformi al progetto e alle prescrizioni del Produttore dei componenti del sistema stesso. In corrispondenza di ogni giunto, dovranno essere osservate almeno le seguenti prescrizioni:

- durante la saldatura dei tubi di servizio, i fili sensori devono essere protetti dal calore e da ogni possibile danneggiamento;
- dopo la saldatura, all'inizio dell'operazione di connessione dei fili, la zona del giunto dovrà essere pulita e asciugata;
- nel caso le tubazioni preisolate abbiano subito bagnatura per eventi metereologici durante la fase di stoccaggio, per eliminare ogni traccia di umidità presente nello strato termoisolante, alle estremità dei componenti preisolati dovrà essere asportato l'isolamento in poliuretano per almeno due centimetri di spessore su tutta la corona circolare;
- i fili sensori dovranno essere tesi e preparati per la connessione;
- le estremità nude dovranno essere pulite;
- il collegamento dei fili sensori dovrà essere effettuato con materiale e attrezzature approvate dal Produttore dei componenti del sistema di rilevamento e ricerca perdite;

- dopo il collegamento, i fili sensori dovranno essere sostenuti con idonei supporti onde evitare che durante la schiumatura del giunto vadano a contatto col tubo di servizio di acciaio.

Le centraline di supervisione e allarme, ubicate secondo le indicazioni del progetto del sistema di rilevamento e ricerca perdite della Stazione Appaltante (indicativamente ogni 1000 m di tubo), dovranno essere installate presso i locali delle sottostazioni di utenza facilmente accessibili, previo consenso dell'Utente e della Stazione Appaltante.

### **Controlli sul sistema di rilevamento e ricerca perdite**

Durante l'installazione della rete, prima di procedere al ripristino del rivestimento e della coibentazione di ciascun giunto tra componenti preisolati, al fine di garantire il perfetto funzionamento del sistema di rilevazione e ricerca perdite dovranno essere eseguiti i controlli di seguito descritti.

I controlli dovranno essere:

- eseguiti dopo la giunzione dei fili sensori;
- ripetuti prima e dopo la schiumatura di ogni giunto;
- il risultato dei controlli dovrà essere riportato sul verbale di esecuzione della muffola;
- eseguiti separatamente per la linea di andata e di ritorno;
- eseguiti con le modalità prescritte dal Produttore dei componenti del sistema di rilevamento e ricerca perdite;
- eseguiti con strumenti, approvati dal Produttore dei componenti del sistema di rilevamento e ricerca perdite, messi a disposizione dall'Appaltatore senza oneri aggiuntivi per la Stazione Appaltante.

Il valore minimo di resistenza di isolamento del filo di rilevamento perdite è di 2000 M $\Omega$ ; Valori ricadenti all'interno del campo di accettabilità attesteranno una posa priva di difetti; valori inferiori non saranno ritenuti accettabili e l'Appaltatore dovrà farsi carico, a sue esclusive spese, di tutte le azioni necessarie a portare tale parametro all'interno del campo di accettabilità, indice di una corretta esecuzione del lavoro.

Al termine del montaggio del circuito di rilevamento perdite gestito da una singola unità, dovranno essere effettuate n.5 (cinque) prove di sezionamento dei circuiti all'interno degli edifici disposti lungo il tracciato distanti tra loro circa 200 metri di tubazione, al fine di verificare la corrispondenza della localizzazione del guasto segnalato dalla

centralina con gli elaborati grafici di "as-built", con una tolleranza di 5 metri; tale collaudo, effettuato alla presenza di personale incaricato dalla Stazione Appaltante è indispensabile per l'accettazione dell'opera.

### **Documentazione**

Preliminarmente alla posa delle tubazioni l'Appaltatore trasmetterà alla Stazione Appaltante gli schemi relativi ai circuiti sensori, che dovrà mantenere costantemente aggiornati con la precisa indicazione delle lunghezze dei circuiti di misura messi in opera e misurati nei controlli, sì da permettere di eseguire con la massima precisione il collaudo finale del sistema di rilevamento perdite.

Al termine dei lavori di posa dovrà essere redatta e trasmessa alla Stazione Appaltante la documentazione di "as-built" del sistema di rilevamento delle perdite, completa di tutte le indicazioni necessarie alla determinazione del reale sviluppo dei circuiti all'interno della rete di distribuzione.

#### *3.9.2.7 Pozzetti valvole di sezionamento*

I disegni tipici di realizzazione sono riportati in allegato, e ad essi si rimanda.

In ciascun pozzetto dovranno essere facilmente manovrabili la valvola di sezionamento e le relative valvole di sfiato o drenaggio (ove presenti). Le valvole di sfiato saranno di materiale inossidabile o protette contro la corrosione, posizionate su di un tronchetto preisolato e sul lato libero avranno un filetto femmina, completo di tappo di chiusura filettato maschio.

Per pozzetti realizzati su valvole poste su tubazioni fino al DN 125, la struttura del pozzetto dovrà essere in c.a. prefabbricato, di adeguate dimensioni e non dovrà in alcun caso trasmettere carichi alle tubazioni.

Per pozzetti realizzati su valvole poste su tubazioni maggiori o uguali al DN 150 (cioè valvole dotate di riduttore di manovra), la struttura del pozzetto sarà realizzata in c.a. in opera.

Il pozzetto dovrà essere coperto da chiusini carrabili con le caratteristiche di cui al punto successivo. Nel caso in cui si debba utilizzare il chiusino a grande apertura, questi verrà appoggiato sulla soletta prefabbricata di copertura del pozzetto.

I pozzetti dovranno avere dei drenaggi correttamente eseguiti (come riportato nei disegni); qualora esistessero condizioni favorevoli (vicinanza, pendenze e dislivelli

favorevoli), la Direzione dei Lavori potrà richiedere il collegamento dei pozzetti alla rete delle acque bianche.

### **Chiusini per pozzetti prefabbricati valvole di sezionamento con o senza sfiati e/o drenaggi**

I chiusini di accesso ai pozzetti dovranno essere in ghisa lamellare, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), coperchio autocentrante su telaio incernierato, telaio a struttura alveolare, marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante, sigla dell'ente di certificazione e piastrina di identificazione con marchio della Stazione Appaltante.

Il telaio sarà di forma quadrangolare con apertura unica.

### **Chiusini per pozzetti gettati in opera valvole di sezionamento con o senza sfiati e/o drenaggi**

I chiusini di accesso ai pozzetti dovranno essere in ghisa sferoidale, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400 (carico di rottura 40 tonnellate), coperchio autocentrante su telaio incernierato, telaio a struttura alveolare, marchiato a rilievo con: norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante, sigla dell'ente di certificazione e piastrina di identificazione con marchio della Stazione Appaltante.

Il telaio sarà di forma quadrangolare con apertura in più spicchi.

#### *3.9.2.8 Pozzetti per cavidotti*

I pozzetti per cavidotti sono posizionati generalmente ogni 50 m lungo la dorsale principale e in prossimità degli stacchi principali; tutti i pozzetti previsti sono indicati nelle planimetrie allegate.

L'ingresso dei cavidotti nel pozzetto dovrà essere sulla parete laterale e si dovranno evitare brusche variazioni di direzione.

In corrispondenza di TEE di derivazione della rete di distribuzione, nel lato interno del pozzetto dovrà essere montata e collegata la scatola di derivazione per il cavo di segnale. La scatola di derivazione per il cavo di segnale sarà in policarbonato dimensioni 12 cm x 12 cm x 9 cm, con n. 6 morsetti di cablaggio numerati + n. 1 morsetto di terra montati su guida DIN; tipo di protezione IP 65 con 3 guidacavi disposti "a T" PG 11/16;

nella fornitura sono compresi l'onere per il collegamento dei fili e la fornitura del materiale necessario (cavo flessibile PTFE, tubo di protezione, connettori, etc.).

La struttura del pozzetto dovrà essere in c.a. prefabbricato, di adeguate dimensioni e non dovrà in alcun caso trasmettere carichi alle tubazioni.

L'appaltatore dovrà porre particolare attenzione affinché sulle partenze e sugli arrivi dei cavidotti siano sempre inseriti gli appositi tappi per impedire il passaggio di acqua e di umidità.

Il pozzetto dovrà essere coperto da chiusini carrabili con le caratteristiche uguali a quelle dei chiusini dei pozzetti per valvole di sezionamento.

I pozzetti dovranno avere dei drenaggi correttamente eseguiti (come riportato nei disegni); qualora esistessero condizioni favorevoli (vicinanza, pendenze e dislivelli favorevoli), la Direzione dei Lavori potrà richiedere il collegamento dei pozzetti alla rete delle acque bianche.

#### *3.9.2.9 Pozzetti strumenti di telecontrollo rete*

Sono i pozzetti nei quali sono alloggiati i trasduttori di pressione differenziale e sono costruiti in modo assolutamente analogo ai pozzetti per valvole di sezionamento. Anche i chiusini saranno uguali a quelli previsti per i pozzetti delle valvole di sezionamento.

### **3.9.3 Prove e collaudi rete - Accettazione**

Le prove e i collaudi della rete di teleriscaldamento potranno essere realizzati contemporaneamente alle prove ed ai collaudi degli impianti della Centrale dell'impianto di Teleriscaldamento. Per questo motivo, l'Appaltatore è tenuto a prestare assistenza e a collaborare con l'appaltatore che ha realizzato la Centrale. Tale assistenza dovrà essere particolarmente attenta durante la fase di riempimento della rete.

La modalità e la tempistica di esecuzione delle prove sarà definita dalla Stazione Appaltante e andrà concordata con l'Appaltatore incaricato dell'esecuzione degli impianti della Centrale.

#### *3.9.3.1 Prove idrauliche di pressione*

Al termine della posa dei diversi tratti di rete, dovrà essere eseguita, a cura ed onere dell'Appaltatore ed in contraddittorio con la Stazione Appaltante, una prova di pressione

della tubazione di servizio per ciascun tratto di rete sezionabile; le prove saranno condotte alla pressione di 3000 kPa, corrispondenti ad 1,5 volte la pressione massima di esercizio, utilizzando un registratore manometrico della pressione stessa ed un registratore di temperatura del fluido (in corrispondenza della presa di pressione). La prova sarà condotta con acqua di rete.

La prova deve essere realizzata secondo la seguente metodologia:

- flussaggio della rete per eliminazione dei residui di lavorazione;
- stabilizzazione della temperatura di rete sino a raggiungere la temperatura di prova di 20°- 30°C;
- montaggio del manometro e del termometro per la registrazione dei dati di temperatura e di pressione;
- messa in pressione della rete con ausilio di autopompa sino alla pressione di prova (qualora la tempistica di realizzazione delle opere impiantistiche di centrale lo consentisse, il caricamento della rete sarà eseguito direttamente dalla Centrale);
- la tubazione deve rimanere in pressione per 8 ore alla pressione di prova.

La prova sarà considerata positiva se, su un periodo di tempo di 8 ore, non si registreranno variazioni di pressione in diminuzione, depurando il fenomeno dagli effetti di temperatura. È ammessa una tolleranza di  $\pm 1$  % sul valore iniziale di pressione.

Se nel corso delle prove si dovessero riscontrare imperfezioni della tenuta delle saldature, rottura dei tubi o pezzi speciali o deformazioni che possono pregiudicare il corretto funzionamento dell'impianto, l'Appaltatore provvederà a sua cura e spese ad eseguire le riparazioni e le modifiche necessarie ed alla ripetizione delle prove idrauliche.

### *3.9.3.2 Prove funzionali sul sistema di rilevamento e ricerca perdite*

Preliminarmente all'esecuzione delle prove idrauliche, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Stazione Appaltante, per ogni circuito sensore, un "Verbale di misurazione del circuito" contenente:

- i dati di individuazione del circuito sensore (planimetria "as-built" con dati della lunghezza filo sensore e relativi riferimenti topografici da punti fissi);
- lo schema del circuito sensore;

- il risultato dei controlli finali, effettuati sul circuito sensore secondo le prescrizioni del Produttore dei componenti del sistema di rilevamento e ricerca delle perdite, presente un rappresentante della Stazione Appaltante.

Tali prove potranno essere ripetute ad esclusiva discrezione della Stazione Appaltante. Qualora il sistema di rilevamento e ricerca perdite indicasse valori inferiori al campo di accettabilità, sarà cura ed onere dell'Appaltatore individuare ed eliminare le stesse al fine di consegnare alla Stazione Appaltante un sistema di tubazioni e di monitoraggio delle perdite perfettamente funzionante.

I tempi e modi delle azioni di riparazione dovranno essere approvati dalla Stazione Appaltante, comunque proposti nel più breve arco di tempo possibile. Qualora l'eliminazione delle anomalie non fosse possibile prima della messa in servizio della rete, per esigenze di servizio o diverse, tali riparazioni saranno effettuate nel corso dell'anno successivo al termine della stagione di riscaldamento, ad esclusivo carico dell'Appaltatore e senza che per tale motivo egli possa pretendere alcun maggiore onere. In tale arco di tempo è inoltre facoltà della Stazione Appaltante sospendere il pagamento dei lavori corrispondenti sino alla completa eliminazione dei difetti evidenziati.

Se inoltre, successivamente alla fase di installazione e nel corso del periodo di garanzia contrattuale saranno rilevati valori inferiori al campo di accettabilità, sarà attuato un monitoraggio sistematico dei valori della resistenza di isolamento e, se tali valori risulteranno nel campo di insufficienza, l'Appaltatore dovrà farsi carico, a sue esclusive spese, di tutte le azioni necessarie ad eseguire la localizzazione e riparazione del guasto in modo da riportare i valori nel campo di accettabilità.

#### *3.9.3.3 Prove funzionali valvole e altri componenti*

In fase di Collaudo di tratti di Rete, dovranno essere condotte le prove funzionali delle diverse apparecchiature installate (valvole di intercettazione, sfiato/drenaggio, by-pass, servomotori, quadri elettrici, impianti elettrici, etc.), per la verifica di rispondenza del sistema e dei singoli componenti alle specifiche di progetto.

Per ciascuna apparecchiatura si dovrà compilare una scheda tecnica, predisposta dall'Appaltatore su indicazione della Stazione Appaltante, indicante le prove da effettuare, i risultati attesi e quelli misurati. In particolare le prove dovranno consentire

di verificare la funzionalità ed i parametri operativi dei vari componenti nelle condizioni di progetto ed esercizio ed il rispetto delle norme per la sicurezza del personale.

Tutte le valvole dovranno essere sottoposte alla prova di funzionamento, consistente nell'esecuzione di almeno quattro cicli completi di "apertura - chiusura - apertura".

Nel caso le prove abbiano esito negativo, sarà obbligo dell'Appaltatore apportare le azioni correttive necessarie affinché le specifiche di progetto siano rispettate, previa verifica con nuove prove in contraddittorio a carico dell'Appaltatore. In tale arco di tempo è inoltre facoltà della Stazione Appaltante sospendere il pagamento dei lavori corrispondenti sino alla completa eliminazione dei difetti evidenziati.

#### *3.9.3.4 Prove funzionali sul sistema di telecontrollo*

In fase di Collaudo l'Appaltatore dovrà prestare assistenza nella verifica del funzionamento del sistema di telecontrollo delle sottostazioni di utenza e dei sistemi di telecontrollo della rete (valvole di by-pass motorizzate, trasduttori di pressione differenziale). La modalità e la tempistica di esecuzione delle prove sarà definita dalla Stazione Appaltante e andrà concordata con l'Appaltatore incaricato dell'esecuzione degli impianti della Centrale di Teleriscaldamento.

#### *3.9.3.5 Documentazione tecnica*

La documentazione tecnica costituisce parte integrante della fornitura, e come tale dovrà essere presentata prima del collaudo della tratta di rete interessata. La relazione di calcolo delle tratte di rete dovrà essere presentata preliminarmente alle operazioni di posa, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di posa; dovrà essere aggiornata in corso d'opera per tenere in conto eventuali significative variazioni di tracciato che si rendessero necessarie.

Dovranno essere forniti in lingua italiana, in 2 copie per ciascun documento:

- Relazione di calcolo delle tratte di rete oggetto di appalto, condotti in accordo alle presenti specifiche tecniche (in particolare in accordo a quanto prescritto al punto 2.2.2) e contenenti:
  - o calcoli relativi alla dilatazione della rete e verifiche allo "stress" termico, incluse modellazioni FEM per i componenti per cui sono richiesti;
  - o calcoli degli spostamenti sia delle estremità sia dei punti di deviazione e lunghezza dei tratti interessati da detti spostamenti;

- calcoli relativi alle spinte ed al dimensionamento dei punti fissi se necessari;
- disegni “*as-built*” delle tratte di rete posate oggetto di appalto, scala 1:100;
- disegni costruttivi di installazione ed ingombro di tutti i principali componenti la fornitura (in particolare pezzi speciali, valvole, filtri, pompe, servomotori, quadri elettrici);
- certificati di controllo in campo, istruzioni d’uso e schemi di funzionamento del sistema di ricerca perdite, incluso schema funzionale con l’indicazione della lunghezza dei diversi circuiti ed i punti di riferimento;
- manuali con istruzioni di esercizio e manutenzione, completi di descrizione tecnica dettagliata, schemi circuitali elettrici con i valori dei componenti;
- dichiarazione CE di conformità del Produttore, attestato “CE di conformità” dell’Ente notificato o attestato di esame “CE del tipo” dei componenti della rete o attestato di esame “CE della progettazione” dei componenti della rete che lo richiedono in relazione alla classe di appartenenza indicata della direttiva 97/23/CE PED.

L’Appaltatore sarà tenuto a fornire, su richiesta della Stazione Appaltante, tutte le informazioni sugli apparecchi forniti.

La documentazione prodotta durante lo svolgimento del progetto e tutta la documentazione finale di “*as-built*” dovrà essere fornita anche su CD Rom in ambiente Windows. I formati dei file dovranno essere su formato .doc, .xls, .dxf, .dwg, .pdf, e comunque in formati MS Office compatibili e in formati Autocad compatibili.

#### *3.9.3.6 Accettazione dell’opera*

Al termine delle prove idrauliche e funzionali condotte con esito positivo, verificata la completezza della documentazione tecnica, dei verbali relativi alle operazioni di pulizia delle tubazioni e delle pratiche di legge a carico dell’Appaltatore, si procederà alla stesura del verbale di Accettazione provvisoria dell’opera, debitamente sottoscritto dalle parti.

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

Per tutte le opere dell’appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo, salvo quanto dovrà essere contabilizzato a numero, a peso.

Per la determinazione delle misure geometriche, modi di contabilizzazione, oneri vari, etc. si conviene quanto sotto specificato.

### **3.10.1 Scavi a sezione ristretta e riempimenti**

Sulle planimetrie della rete di teleriscaldamento allegate, per ogni tratto di tubazione è definita una sezione tipo. Per la contabilizzazione si farà riferimento al prezzo riportato al metro cubo nella lista delle lavorazioni. Nel computo metrico estimativo allegato è riportato un unico prezzo al metro cubo relativo allo scavo a sezione ristretta (necessario per la posa delle tubazioni della rete di teleriscaldamento) pavimentazione ed eventuale strato di base esclusi. Tale prezzo comprende:

- lo scavo a sezione obbligata, in terreno ordinario di qualsiasi natura e consistenza, anche in presenza d'acqua con tirante inferiore a cm 20, eseguibile con mezzi meccanici, esclusa la roccia, compresa l'estrazione di massi trovanti di volume fino a m<sup>3</sup> 0,400, gli oneri per la rimozione di manufatti di qualsiasi genere di volume fino a m<sup>3</sup> 0,400, per il taglio ed estirpazione di piante e ceppaie, gli oneri per gli eventuali aggettamenti, armature di sostegno previste dalle norme antinfortunistiche in situazioni singolari e localizzate, la demolizione di pavimentazioni e sottofondi stradali di qualsiasi tipo non riutilizzabili, incluso l'onere del taglio preventivo delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso o l'asporto di pavimentazione in cubetti di porfido con recupero del materiale per il suo reimpiego e l'eventuale rimozione di masselli, cordoli, pavimentazioni etc.;
- l'onere per la livellazione dei piani di scavo e il deposito a fianco dello scavo del materiale.
- la posa di opportune passerelle metalliche prefabbricate o impalcati realizzati con strutture metalliche e lamiere di acciaio di adeguato spessore in corrispondenza dei punti di passaggio pedonali e/o di passaggi eseguiti per consentire il transito dei veicoli ovunque occorra dare transito durante l'esecuzione dei lavori.
- l'onere della protezione delle zone di lavoro e la regolamentare segnaletica diurna e notturna, nonché l'onere relativo alla preventiva individuazione e segnalazione di cavi elettrici, telefonici, tubazioni di acquedotti, gasdotti, fognature, canali irrigui, canali di scolo stradali, etc.;
- l'onere per le difficoltà dovute all'interferenza con sottoservizi preesistenti;

- l'onere per l'individuazione dei sottoservizi sotterranei esistenti anche mediante assaggi, compresa la tracciatura dei sottoservizi stessi sul suolo stradale non interessato dallo scavo, in adiacenza ad esso;
- la ricerca di eventuali ordigni bellici con personale specializzato e relativi idonei strumenti di ricerca, compreso l'onere dello scavo eseguito per strati successivi della profondità richiesta, il fermo macchine durante la ricerca e quanto altro necessario per eseguire lo scavo in totale sicurezza.
- gli oneri e difficoltà incontrati nella formazione delle trincee di posa, in particolare:
  - o maggiori difficoltà dovute alla posa nello scavo di cavi, cavidotti e simili;
  - o eventuali maggiori difficoltà dovute a pendenze longitudinali e trasversali;
  - o maggiori difficoltà per attraversamenti e parallelismi con altri sottoservizi e infrastrutture urbane;
  - o eventuale scavo manuale per messa in sicurezza dei sottoservizi;
  - o sbadacchiature e altri sistemi di sostegno degli scavi;
  - o asporto di cordonate e ripristino dopo posa delle tubazioni;
  - o asporto e ripristino eventuale strato terreno vegetale;
  - o maggiori oneri dovuti a estirpazione di radici, ceppaie, cespugliame etc.;

Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando la lunghezza dello scavo per il prezzo unitario, riportato nella lista delle lavorazioni con ribasso percentuale. La lunghezza dello scavo è convenzionalmente assunta pari allo sviluppo lineare dell'asse longitudinale della tubazione di mandata della rete di teleriscaldamento.

### **Sovrapprezzo per presenza di falda**

I sovrapprezzi per scavi eseguiti in presenza d'acqua con tirante superiore a cm 20 in aggiunta al prezzo degli scavi a sezione ristretta saranno pagati a m<sup>3</sup>. Il volume di scavo è calcolato moltiplicando la sezione di scavo con tirante superiore a cm 20 per la lunghezza dello scavo. La lunghezza dello scavo è convenzionalmente assunta pari allo sviluppo lineare dell'asse longitudinale della tubazione di mandata della rete di teleriscaldamento.

### **3.10.2 Scarifica di massiciata stradale**

Le scarifiche delle pavimentazioni verranno misurate a m<sup>2</sup>. Al fine della determinazione del compenso dovuto all'Appaltatore, non saranno computate le superfici di scarifica

effettuate oltre i limiti definiti al punto 3.8.4.1 del presente Capitolato. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando la misura di superficie per il prezzo unitario riportato nella Lista delle lavorazioni allegata.

### **3.10.3 Ripristini di pavimentazioni**

I ripristini delle pavimentazioni verranno misurati a mq. Al fine della determinazione del compenso dovuto all'Appaltatore, non saranno computate le superfici di ripristino effettuate oltre i limiti definiti dal presente Capitolato. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando la misura di superficie per il prezzo unitario riportato nella lista delle lavorazioni.

### **3.10.4 Manti d'usura**

La fornitura e la posa dei manti d'usura verranno misurate a mq. Al fine della determinazione del compenso dovuto all'Appaltatore, non saranno computate le superfici di posa del manto d'usura effettuate oltre i limiti definiti dal presente Capitolato. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando la misura di superficie per il prezzo unitario riportato nella lista delle lavorazioni.

### **3.10.5 Materiali inerti**

Il sistema di misurazione dei materiali inerti, è effettuato a sistemazione definitiva secondo i meccanismi indicati per gli scavi.

Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, etc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

### **3.10.6 Chiusini**

I chiusini in ghisa saranno misurati a peso. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando il peso espresso in kg per il prezzo unitario riportato nella lista delle lavorazioni.

### **3.10.7 Cavidotti, cavi e tubazioni in PVC**

I cavi ed i cavidotti saranno misurati a metro lineare. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando la misura per il prezzo unitario riportato nella lista delle lavorazioni.

### **3.10.8 Tubazioni preisolate - verghe**

Le verghe delle tubazioni preisolate saranno misurate a metro lineare lungo l'asse longitudinale. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando la misura per il prezzo unitario riportato nella lista delle lavorazioni. Qualora ad una verga succeda un pezzo speciale (curva, TEE, riduzione, etc.) la misura viene rilevata sino alla saldatura tra verga e pezzo speciale; analogamente, qualora una verga preceda un pezzo speciale la misura viene rilevata a partire dalla saldatura tra verga e pezzo speciale.

### **3.10.9 Tubazioni preisolate - pezzi speciali (curve, espansori monouso, TEE, riduzioni)**

I pezzi speciali delle tubazioni preisolate saranno computate a numero. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando il numero rilevato per il prezzo unitario riportato nella lista delle lavorazioni.

### **3.10.10 Tubazioni nere UNI 8863-S da coibentare in opera**

Le tubazioni nere UNI 8863-S da utilizzare per la realizzazione dei gruppi di pompaggio e del ramo scuola elementare saranno computate a peso (kg). Nel prezzo unitario riconosciuto si intende compreso e compensato l'onere dei pezzi speciali, della rimozione delle sbavature dei fori e della perfetta pulizia delle superfici interessate alla saldatura, delle saldature ossiacetileniche, della posa con le dovute pendenze, delle mensole e degli ancoraggi vari da eseguirsi con particolare cura per i punti fissi, della coloritura con antiruggine e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

### **3.10.11 Valvole, by-pass**

Le valvole di qualsiasi tipo, preisolate o no, ed i by-pass saranno computati a numero. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando il numero rilevato per il prezzo unitario riportato nella lista delle lavorazioni.

### **3.10.12 Accessori tubazioni preisolate (*water-stop*, materassini, manicotti terminali)**

Gli accessori delle tubazioni preisolate saranno computati a numero. Il prezzo da riconoscere all'Appaltatore sarà calcolato moltiplicando il numero rilevato per il prezzo unitario riportato nel computo metrico estimativo allegato.

### **3.10.13 Opere di assistenza agli impianti**

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

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani di utilizzo e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, l'interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- la pulizia, sgombero e il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni, compresa eventuale indennità di discarica;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.

### **3.10.14 Mano d'opera**

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori.

### **3.10.15 Noleggi**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica ed a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno, e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

### **3.10.16 Trasporti**

Con i prezzi dei trasporti si intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la manodopera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta a seconda dei casi, a volume od a peso con riferimento alla distanza.

### **3.11 SOTTOCENTRALI D'UTENZA**

Le sottocentrali di utenza costituiscono l'elemento di collegamento tra la rete di teleriscaldamento e le utenze.

La rete alimenterà ciascuna utenza finale mediante sottocentrali di tipo prefabbricato; in tal modo si otterrà la separazione tra il circuito primario e quello secondario.

Le opere da eseguirsi risultano così definite:

- fornitura e posa in opera della sottocentrale in corrispondenza del locale utente adibito a centrale termica, o in alternativa, in locale diverso previo accordo con l'utenza stessa;
- allacciamenti elettrici della sottocentrale all'impianto di rete e all'impianto di terra;
- allacciamenti delle sonde ed allacciamento alla rete di comunicazione dati (impianto di telecontrollo e contabilizzazione calore).

Sarà fatto obbligo alla Appaltatore dare all'utenza tutti quegli elementi tecnici per permettere l'esecuzione delle modifiche che si rendessero necessarie.

É facoltà dell'utente incaricare, per l'esecuzione degli eventuali lavori di adattamento, direttamente la Ditta oppure, in alternativa, un proprio installatore di fiducia. In quest'ultimo caso l'idraulico di fiducia dovrà eseguire i lavori in stretta osservanza delle indicazioni trasmesse dall'Appaltatore.

Le opere da eseguirsi risultano così definite:

- fornitura e posa in opera di sottocentrale, da ubicarsi in corrispondenza delle attuali centrali termiche, o in alternativa, secondo le volontà delle utenze;
- allaccio idraulico alla rete del teleriscaldamento;
- fornitura e posa in opera del misuratore/contabilizzatore del calore;
- fornitura e posa in opera del regolatore climatico per telegestione e telecontrollo;
- allacciamenti elettrici alla sottocentrale, delle sonde, etc. alle apparecchiature di contabilizzazione.

#### **3.11.1 Opere incluse**

Fanno parte della fornitura anche tutti i lavori di modifica ed adattamento dell'impianto esistente; in particolare:

- allaccio idraulico all'impianto interno esistente;
- ripristino collegamenti alle apparecchiature elettriche della regolazione esistente al nuovo regolatore climatico per teleriscaldamento.

### **3.11.2 Dotazioni di controllo, sicurezza e protezione della sottocentrale**

Ai sensi del D.M. 01/12/1975, in riferimento alla Raccolta R, ciascuna sottocentrale sarà dotata:

- per il circuito primario di comando di limitazione e regolazione portata acqua, agente sul servocomando con chiusura in assenza di tensione;
- per il circuito secondario di valvola di sicurezza ed interruttore termico automatico di blocco.

### **3.11.3 Caratteristiche tecniche generali delle sottostazioni**

Le sottocentrali dovranno essere fornite package completamente preassemblate e collaudate in officina sia nella parte meccanica che elettrica e corredate di certificato di collaudo per singola unità regolata da procedure formalizzate di controllo qualità ISO 9000.

Tutti i package dovranno essere omologati e certificati CE/PED in base alle normative vigenti aggiornate alla data di consegna. Una targa identificativa ben visibile, posizionata a bordo package dovrà evidenziare la marcatura CE e tutto quanto previsto dalle norme oltre che il numero di matricola ed i principali dati tecnici di pressione, temperatura e potenza.

Le dimensioni dei package dovranno essere le più ridotte possibili. La progettazione e la costruzione dovrà tener conto della eventuale necessità di smontaggio/rimontaggio in loco e delle attività di manutenzione.

I componenti dovranno avere dimensioni e pesi tali da consentire il trasporto ed il posizionamento, anche in luoghi angusti, a mano da max 2 persone.

Tutte le connessioni ed i componenti sia del circuito primario che secondario dovranno essere flangiate.

Per ragioni di sicurezza, è inoltre imposto, a prescindere da quanto definito dalle norme, che tutti i componenti presenti a bordo SST e non alloggiati nel quadro elettrico dovranno essere alimentati in bassa tensione 24V ac/dc fatta eccezione, se presenti,

della pompa booster (per il recupero della perdita di carico nominale sul secondario) o eventualmente gemellare che sarà alimentata alla tensione di rete 220V/1 o 400 V/3.

Dovrà essere verificata e certificata la equipotenzialità di terra della sottocentrale e dovranno essere previsti sulla stessa idonei bulloni di connessione alla rete di terra delle strutture metalliche.

Per ciascuna di esse dovrà essere dimostrata, con garanzia per un periodo di esercizio di almeno 5 anni, senza compensi aggiuntivi, che la differenza di temperatura massima dell'acqua misurata sulle tubazioni di ritorno del circuito primario e di quello secondario non superi i 20°C.

### 3.11.3.1 *Dati progettuali delle sottostazioni*

Le apparecchiature installate sul circuito primario saranno caratterizzate per funzionamento con temperature massime di 120°C e pressioni di PN16.

Le apparecchiature installate sul circuito secondario, invece, saranno caratterizzate per funzionamento con temperature massime di 95°C e pressioni di PN16.

Gli scambiatori dovranno presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

<b>Circuito primario</b>	
Mandata acqua	90°C
Ritorno acqua	60°C
<b>Circuito secondario</b>	
Mandata acqua	78°C
Ritorno acqua	58°C
Massima differenza di temperatura sui due ritorni	2°C
Pressione nominale (primario e secondario)	PN216
Perdita di carico sul circuito primario alle condizioni nominali	1 bar 15 KPa
Perdita di carico massima sul secondario (allegare diagramma)	15 KPa
Sovradimensionamento termico per sporcamento	20%

Pressione differenziale	Min 0,80 bar Max 0,60 bar
-------------------------	------------------------------

Tabella 22 Caratteristiche sottostazioni

### 3.11.4 Specifiche tecniche

#### 3.11.4.1 Scambiatori di calore

Saranno del tipo a piastre, saldobrasato, in acciaio AISI 316, con isolamento in PU espanso.

Per potenze superiori ai 400 kW, saranno utilizzati scambiatori a piastra in acciaio inox AISI 316 con guarnizioni EPDM. In alternativa alla soluzione con piastre ispezionabili potrà essere presa in considerazione la soluzione saldobrasato anche per potenze superiori a 500 kW se abbinata con filtro a cestello ad alta efficienza per la pulizia del circuito secondario.

Sono consigliati i seguenti costruttori (o similari): ALFA LAVAL, SWEP, ZILMET.

#### 3.11.4.2 Valvola regolazione e blocco

La valvola di regolazione dovranno essere a due vie del tipo con servocomando elettrico, alimentazione 24 V, 50 Hz. La valvola, in abbinamento al suo attuatore, dovrà essere del tipo Normalmente Chiuso e con meccanismo di chiusura a molla in caso di emergenza e/o mancanza tensione.

Esse avranno il compito di:

- regolare la portata in funzione del segnale di comando proveniente dal regolatore climatico (regolazione temperatura acqua mandata secondario);
- regolare la pressione differenziale;
- agire quale dispositivo di sicurezza su comando dell'interruttore termico automatico di blocco.

Il diametro nominale e la portata saranno dimensionati in base alla potenza di ciascuna sottocentrale.

Le caratteristiche tecniche richieste e le condizioni di funzionamento principali devono essere:

- pressione nominale PN16;
- temperatura massima di funzionamento 130°C;

- trafilamento massimo 0,05% del Kvs;
- differenziale di pressione minimo garantito in regolazione per tutti i diametri 16 bar;
- differenziale di pressione minimo garantito per chiusura in emergenza per tutti i diametri 25 bar;
- costruttori consigliati: SIEMENS, SAUTER o similari.

#### 3.11.4.3 Contatore di calore

Il sistema di contabilizzazione dell'energia termica ceduta dovrà essere di tipo statico ad ultrasuoni installato sul ritorno del circuito primario composto da: misuratore di portata con connessioni flangiate PN 16; elettronica di integrazione, memorizzazione e visualizzazione delle misure nonché di n.2 sonde per misura della differenza di temperatura tra mandata e ritorno del circuito.

Il sistema dovrà essere provvisto di certificato di taratura e costruito, certificato ed omologato secondo le norme UNI/EN 1434-1-2-3-4-5-6 Classe 2 da ente di certificazione riconosciuto.

L'apparecchiatura elettronica di integrazione e visualizzazione dovrà essere alloggiata all'interno del quadro elettrico e consentire con l'apertura della prima porta (livello utente) solo l'interrogazione e la lettura dei dati significativi, non dovranno essere possibili interventi di manutenzioni se non aprendo la seconda porta del quadro elettrico (livello manutentore).

Il sistema dovrà inoltre essere predisposto per telecontrollo tramite porta meter-bus con modulo di comunicazione meter-bus già installato.

L'alimentazione elettrica prevista dovrà essere o a 230/24Vac o a batteria con durata minima di 6 anni in regime giornaliero di interrogazione in telelettura.

Dovrà essere garantita la memoria non volatile dei dati di consumo per almeno un anno di funzionamento ed il doppio registro per consumi giorno e notte per eventuale doppia tariffazione.

Display LCD per:

- energia in kWh;
- potenza attuale in kW;
- portata attuale in l/min oppure m<sup>3</sup>/h;

- temperatura ritorno in °C;
- temperatura mandata in °C.

Protezione IP68.

Costruttore SIEMENS o di qualità e caratteristiche tecniche equivalenti.

#### *3.11.4.4 Collettori e tubazioni SST*

Collettori e tubazioni primario e secondario idoneo alle condizioni di temperatura e pressioni di progetto realizzate in tubazione SS secondo le norme ASTM/ISO. Per il circuito primario dovranno essere utilizzati tubi in acciaio al carbonio SS ASTM A 106 Gr B schedula std e connessioni flangiate ISO/DIN con collarino schedula std.

Per il circuito secondario, salvo che per l'utilizzo nei circuiti sanitari, dovranno essere utilizzati tubi in acciaio al carbonio SS a norme ISO/DIN così come raccordi e flange.

Le saldature del circuito primario dovranno essere realizzate da saldatore qualificato con prima passata a Tig e riempimento a Tig o in alternativa con elettrodo basico.

Per il circuito secondario è ammessa, in alternativa alla procedura utilizzata nel circuito primario, la saldatura con elettrodo basico.

Il committente dovrà verificare che il costruttore risulti in possesso di:

- specifiche di saldatura WPS secondo UNI/EN 288;
- qualifiche del procedimento di saldatura WPAR secondo UNI/EN 288;
- qualifiche dei saldatori abilitati WAC secondo UNI/EN287 e che tali certificati siano in corso di validità.

Per il circuito primario dovrà essere effettuato, da ente accreditato, un controllo radiografico di almeno il 5% sul totale delle saldature del lotto di produzione.

Sui collettori del circuito primario, come pure, su flange e raccordi, dovranno essere riportati in modo leggibile e indelebile i codici di colata che permetteranno la rintracciabilità dei materiali nei relativi certificati contenuti nel fascicolo PED.

#### *3.11.4.5 Regolatore di sottocentrale*

Sistema di regolazione digitale a logica programmabile completo di pannello operatore remotizzabile con display almeno 40 x 80mm. Il sistema dovrà essere di tipo aperto e

configurabile. Dovrà essere già previsto come standard l'inserimento delle logiche di funzionamento adatte ai nostri schemi tipici di utilizzo.

Il sistema dovrà inoltre essere predisposto per telecontrollo e comunicazione dati tramite porta meter - bus con modulo di comunicazione meter - bus già installato. I protocolli di comunicazione e gli standard utilizzati dovranno essere unificati e disponibili senza oneri aggiuntivi. Non sono assolutamente accettati protocolli proprietari.

La regolazione della temperatura di mandata secondaria e quella della produzione di acqua calda sanitaria dovrà avere almeno tre circuiti di regolazione indipendenti. Il sistema deve essere modulare, in modo che, in caso di necessità, possano essere aggiunti ulteriori circuiti di regolazione.

Il programma giornaliero/settimanale dovrà avere almeno due set points differenti per la temperatura di mandata (attuazione notturna o festiva).

Requisiti funzionali principali:

- adattamento automatico curva di riscaldamento per regolazione continua del circuito principale con programma giornaliero e settimanale;
- programma giornaliero per produzione acqua sanitaria;
- ritardo di fermata pompe di circolazione;
- display lcd di facile intelligibilità;
- programma giornaliero pompa circolazione;
- programma forzamento temperatura mandata (gruppi termoventilanti);
- ottimizzazione in combinazione con termostato ambiente;
- comando pompe acqua sanitaria in funzione della richiesta e della temperatura;
- limitazione valvole massimo temperatura ambiente (in combinazione con termosoda);
- limitazione temperatura ritorno rete;
- antigelo per l'edificio;
- funzionamento periodico delle pompe;
- comando a tre punti delle valvole di regolazione;
- comando pompe riscaldamento, circuito intermedio e carica serbatoio (sistema ad accumulo), circolazione;
- visualizzazione delle temperature ed altri dati di funzionamento;
- comunicazione con contatore di calore tramite interfaccia seriale;

- funzione di master per acquisizione dati da contatore calore e trasmissione dei dati al posto di telecomunicazione in centrale termica;
- autoadattamento della curva di regolazione;
- integrazione eventuale funzionamento antilegionella per gli impianti in cui si prevede di fornire anche acqua calda sanitaria in particolare se abbinata a sistema ad accumulo;
- impostazione del menù di interfaccia su tre livelli: 1° Utente, 2° Installatore, 3° Manutentore. Il livello utente è libero mentre gli altri due sono accessibili tramite password. Le funzioni del menù contenute nel livello utente dovranno essere concordate con il Committente così come quelle degli altri due livelli;
- predisposizione per ingresso digitale (contatto pulito) proveniente da eventuale misuratore di perdite sulla rete del teleriscaldamento e remotizzazione del dato attraverso porta meter - bus sul sistema di supervisione;
- predisposizione per le logiche di comando pompe singole e/o gemellari con gestione funzione di scambio nel caso di gemellari con periodo di scambio impostabile.

Costruttore SIEMENS o di qualità e caratteristiche tecniche equivalenti.

#### *3.11.4.6 Valvole di intercettazione*

Le valvole di intercettazione circuito primario dovranno essere del tipo a sfera a saldare adatte a circuiti di teleriscaldamento e in coerenza alle condizioni di progetto indicate. In ogni caso le condizioni minime per ogni diametro dovranno essere le seguenti: PN 16, e T max 130°C, corpo in acciaio al carbonio, sfera in acciaio inox Aisi 304, tenute in PTFE o PTFE caricato, leva di manovra semplice fino a DN 100 incluso e comando con riduttore manuale per diametri superiori.

Le valvole di intercettazione del circuito secondario potranno essere del tipo a sfera flangiate o a farfalla in coerenza alle condizioni di progetto.

In ogni caso le condizioni minime per ogni diametro dovranno essere le seguenti: PN 16, T max 90°C, corpo in ghisa o acciaio al carbonio, sfera in ottone cromato e tenute in PTFE nel caso di valvola a sfera, disco in ghisa verniciata e tenuta morbida in EPDM nel caso di valvole a farfalla. La leva di manovra semplice fino a DN 100 compreso e comando con riduttore manuale per diametri superiori.

#### *3.11.4.7 Pompa di circolazione*

La pompa di circolazione montata a bordo package è da considerarsi un optional rispetto alla sottostazione standard con doppia opzione:

- pompa booster;
- pompa di circolazione gemellare.

La pompa booster dovrà essere dimensionata in modo tale da neutralizzare tutte le perdite di carico del circuito secondario alle condizioni nominali.

La pompa di circolazione gemellare dovrà invece garantire una prevalenza residua utile di 8 m.c.a. alle condizioni nominali.

Nel caso di pompa di circolazione montata su circuiti per produzione acqua sanitaria diretta i materiali dovranno essere idonei allo specifico utilizzo insieme a vaso di espansione, collettori, tubazioni ed accessori.

La scelta del tipo di curva caratteristica delle pompe e del punto di funzionamento dovrà consentire una possibile riduzione o aumento del  $\pm 30\%$  rispetto alle condizioni nominali (es: pompe a tre velocità per le taglie possibili e pompe con inverter per le rimanenti).

Le pompe dovranno essere idonee alle condizioni di Temperatura e Pressione di progetto, scelte tra le primarie case costruttrici e sottoposte al committente per approvazione.

Nel caso di installazione di pompa di circolazione impianto sono richiesti giunti antivibranti per isolamento della SST rispetto al circuito secondario.

#### *3.11.4.8 Accessori vari*

A completamento saranno inoltre installati:

- nel lato circuito primario due manometri con accuratezza minima del 2 % sul fondo scala montati a monte e a valle del circuito;
- nel lato circuito secondario due manometri con accuratezza minima del 2 % sul fondo scala montati a monte e a valle del circuito;
- due termometri completi di pozzetto montati sia nel primario che nel secondario;
- sonde di temperatura sia di contabilizzazione che di regolazione alloggiare in idoneo pozzetto tarate a coppia e certificate da idoneo ente insieme al sistema di contabilizzazione;
- sonda esterna adatta al sistema di regolazione da posizionare a cure dell'installatore;

- valvola di non ritorno di tipo flangiato o wafer con bassa perdita di carico montata sul circuito primario;
- filtri ad Y nel circuito primario e secondario e connessioni tappate per l’inserimento di eventuali organi di filtrazione o di bonifica nell’impianto secondario;
- predisposizione per l’installazione di scaricatori per scariche atmosferiche
- Carpenteria e struttura di sostegno di tipo smontabile, per facilitarne il trasporto anche in luoghi angusti;
- targhette di identificazione ingresso e uscita acqua (sia sul circuito primario che sul secondario).

#### *3.11.4.9 Documentazione*

Si intende compresa nella fornitura tutta la documentazione di certificazione, di omologazione e di uso e manutenzione. In particolare ogni sottocentrale dovrà essere corredata di dossier documentale specifico e recante in calce tipologia, potenza termica, potenza e tensione elettrica, modello e n° di matricola così come già indicate nella targhetta identificativa a bordo attrezzatura. Ad ulteriore garanzia una copia di tale documentazione dovrà essere conservata presso il costruttore.

In particolare la documentazione dovrà prevedere almeno:

- certificato di collaudo e prova in bianco in officina sia elettrica che idraulica;
- certificato di conformità alle norme CE/PED;
- manuale di uso e manutenzione così come previsto dalle norme CE/PED;
- certificato di conformità alle norme EN 1434 e di taratura individuale a banco del sistema di contabilizzazione;
- disegno complessivo meccanico;
- schema elettrico;
- schema di processo elettro strumentale;
- specifiche di procedura ed esecuzione delle saldature nonché certificati Rx;
- manuale di uso e manutenzione dei principali componenti elettro strumentali.

#### *3.11.4.10 Servizi aggiuntivi*

Si intendono compresi nel prezzo tutti gli oneri relativi al rilievo dello stato di fatto di ciascuna utenza, il dimensionamento dettaglio delle apparecchiature delle rispettive

utenze e, infine, la messa in funzione, taratura e regolazione della sottocentrale, nonché tutte le spiegazioni, chiarimenti e dimostrazione necessarie all'utenza.

#### *3.11.4.11 Opere elettriche*

Le opere di tipo elettrico, ivi compresi i materiali di utilizzo, il cui onere sarà conglobato nel prezzo della sottocentrale e pertanto non compensabili a parte, risultano così definiti:

- allacciamento sottocentrale alla linea di potenza 230 V, 50 Hz;
- allacciamento elettrico delle sonde rilievo temperatura e del contatore volumetrico al contabilizzatore di calore, mediante cavetti di adeguata tipologia e sezione;
- protezione completa contro le sovratensioni;
- collegamento schermo cavi all'impianto di terra dell'utente (non è ammesso il collegamento diretto);
- collegamento all'impianto di terra dell'utente di entrambe le tubazioni del teleriscaldamento, con collari metallici in acciaio inox e cavo di rame 1x10 mm<sup>2</sup>.

Quanto sopra dovrà comunque essere eseguito in perfetto accordo e secondo le istruzioni impartite dalla Ditta fornitrice le apparecchiature di telecontrollo e contabilizzazione del calore.

Tutti i cablaggi elettrici dovranno essere realizzati a perfetta regola dell'arte secondo quanto prescritto dalle norme CEI. Inoltre tutti i cavi sia di potenza che di segnale che di temperatura dovranno essere protetti con apposite guaine con attestazione fissa dei pressaguaina sia a monte che a valle. Tutti i cavi elettrici dovranno essere identificati da numerazione su entrambi i lati e riportata sugli schemi elettrici.