



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



**ASET** s.p.a

PROGETTO FINANZIATO DALL' UNIONE EUROPEA- NEXT GENERATION EU

REGIONE MARCHE  
PROVINCIA DI PESARO E URBINO  
COMUNE DI FANO

PNRR - M2C4 - TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA – 2.2:  
INTERVENTI PER LA RESILIENZA, LA VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO E  
L'EFFICIENZA ENERGETICA DEI COMUNI. REALIZZAZIONE DI UNA FOGNATURA PER  
ACQUE METEORICHE NEL QUARTIERE DI SASSONIA NEL COMUNE DI FANO (PU)  
CUP E36H19000080004 CUI L00127440410202000005

FASE PROGETTUALE

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO -  
PARTE TECNICA

ELABORATO

D10

data:

FEBBRAIO 2021

scala:

PROGETTISTA:

**I&A** IDRAULICA  
AMBIENTE  
Società di ingegneria

SOCIETÀ DI INGEGNERIA - VIA B. BEDOSTI, 21 - 61122 PESARO  
TEL. E FAX. +39 0721 453542 - E-mail [ingegneria@idraulicaeambiente.it](mailto:ingegneria@idraulicaeambiente.it)

Ing. Giacomo Furlani



COMMITTENTE:

**COMUNE DI FANO**

VIA S. FRANCESCO D'ASSISI, 76 - 61032 FANO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Federico Fabbri

REV.	DATA	OGGETTO	RED.	CONT.	APP.
00	22/02/2021	EMISSIONE	AO	EP	GF
01	14/04/2021	REVISIONE	AO	EP	GF
02	28/05/2021	REVISIONE	AO	EP	GF
03	05/12/2022	REVISIONE	AO	EP	GF

## LAVORI DI

PNRR – M2C4 – TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA – 2.2: INTERVENTI PER LA RESILIENZA, LA VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA DEI COMUNI.

REALIZZAZIONE DI UNA FOGNATURA PER ACQUE METEORICHE NEL QUARTIERE DI SASSONIA NEL COMUNE DI FANO (PU) CUP E36H19000080004 – CUI L00127440410202000005

## CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO SPECIFICHE TECNICHE

(articoli 43, commi 3 e seguenti del d.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207)

### Contratto a misura

		euro
a.1	Importo esecuzione lavorazioni a base d'asta	1,137,362.41
a.2	Spese generali per la sicurezza	53,720.23
A	Totale appalto (a.1 + a.2)	<b>1,191,082.64</b>
B	Somme a disposizione dell'amministrazione	<b>583,917.36</b>
A+B	Totale progetto (arrotondato)	<b>1,775,000.00</b>

*Il responsabile del  
procedimento  
Ing. Federico Fabbri*

*Il progettista  
Ing. Giacomo Furlani*

# INDICE

Contratto a misura .....	1
<b>CAPO 1. NORME E PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ, LA</b>	<b>7</b>
<b>PROVENIENZA DEI MATERIALI .....</b>	<b>7</b>
<b>Art. 1 Norme generali per l'accettazione, qualità ed impiego dei materiali .....</b>	<b>7</b>
<b>Art. 2 Prescrizioni relative ai materiali .....</b>	<b>7</b>
1. <u>Norme generali</u> .....	8
2. <u>Materiali per opere edili</u> .....	8
<b>Art. 3 Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso, bitumi .....</b>	<b>8</b>
3.1 Acqua .....	8
3.2 Calci .....	8
3.3 Pozzolane .....	10
3.4 Cementi e agglomerati cementizi .....	11
3.5 Gesso .....	14
3.6 I bitumi .....	15
<b>Art. 4 Materiali inerti .....</b>	<b>15</b>
4.1 Generalità .....	15
<b>Art.5.1 Semilavorati - Fondazione in misto cementato confezionato in centrale .....</b>	<b>21</b>
Inerti .....	21
Legante .....	22
Acqua .....	22
Studio della miscela in laboratorio .....	22
Formazione e confezione delle miscele .....	22
Posa in opera .....	23
Protezione superficiale .....	23
Norme di controllo delle lavorazioni .....	23
<b>Art.5.2 Semilavorati - Misto granulare stabilizzato per fondazione e/o sottofondazione .....</b>	<b>24</b>
Caratteristiche dei materiali da impiegare .....	24
Studio preliminare .....	25
Modalità esecutive .....	25
<b>Art.5.3 Semilavorati - Drenaggi con filtro in tessuto "non tessuto" .....</b>	<b>25</b>
<b>Art.5.4 Semilavorati - Conglomerati bituminosi riciclati a freddo in impianto per la formazione di strati di base .....</b>	<b>26</b>
Aggregati .....	26
Emulsione di bitume modificato .....	27
Cemento .....	28
Acqua .....	28
Studio della miscela .....	28
Confezione e posa in opera delle miscele .....	29
Controlli .....	30
Penali .....	31
<b>Art.5.5 Semilavorati - Conglomerato bituminoso tipo binder tradizionale a caldo .....</b>	<b>31</b>
Aggregati .....	31
Additivi .....	32
Bitume .....	32
Progetto della miscela .....	33
Formazione, confezione e posa in opera della miscela .....	35
Controlli .....	37
Penali .....	38
<b>Art.5.6 Semilavorati - Conglomerato bituminoso tipo binder a caldo con bitume modificato .....</b>	<b>39</b>
Aggregati .....	39
Bitume modificato .....	40
Progetto della miscela .....	41

Formazione, confezione e posa in opera della miscela .....	43
Controlli .....	45
<b>Art.5.7 Semilavorati - Tappeto di usura tradizionale a caldo di 1<sup>a</sup> categoria .....</b>	<b>47</b>
Aggregati .....	47
Legante .....	48
Additivi .....	48
Miscele .....	49
Formazione, confezione e posa in opera della miscela .....	50
Controlli .....	52
Penali .....	53
<b>Art.5.8 Semilavorati - Tappeto di usura pigmentato per pavimentazioni speciali .....</b>	<b>54</b>
Aggregati .....	54
Legante .....	56
Additivi .....	56
Pigmenti .....	56
Miscele .....	56
Formazione, confezione e posa in opera della miscela .....	58
Controlli .....	60
Penali .....	61
<b>Art.5.9 Semilavorati - Microtappeti a freddo tipo "slurry-seal" (macro-seal) .....</b>	<b>62</b>
Inerti .....	62
Additivi .....	63
Malta bituminosa .....	63
Composizione e dosaggi della miscela .....	63
Acqua .....	64
Confezionamento e posa in opera: .....	64
<b>Art.5.10 Semilavorati - Trattamento superficiale bituminoso a freddo .....</b>	<b>65</b>
<b>Art.5.11 Semilavorati - Pavimentazione di strade sterrate in tre mani .....</b>	<b>65</b>
<b>Art.5.12 Semilavorati - Cordonata in conglomerato cementizio .....</b>	<b>65</b>
<b>Art.5.13 Semilavorati - Sistemazione con terreno delle aiuole spartitraffico .....</b>	<b>66</b>
<b>Art.5.14 Semilavorati - Pietrame e ciottolame per drenaggi in opera .....</b>	<b>66</b>
<b>Art.5.15 Semilavorati - Malte e conglomerati .....</b>	<b>66</b>
<b>Art.5.16 Semilavorati - Pavimentazione in cubetti di pietra .....</b>	<b>67</b>
Materiali .....	67
Posa in opera .....	67
Sigillatura dei giunti .....	67
<b>Art.5.17 Semilavorati - Specifiche tecniche relative alla conformita' della segnaletica verticale ed orizzontale .....</b>	<b>67</b>
<b>Art. 6 Elementi di laterizio e calcestruzzo .....</b>	<b>68</b>
<b>Art. 7 Armature per calcestruzzo .....</b>	<b>69</b>
<b>Art. 8 Prodotti per impermeabilizzazione .....</b>	<b>69</b>
<b>Art. 9 Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili) .....</b>	<b>72</b>
9.1 Generalità .....	72
<b>Art. 10 Materiali da fabbro .....</b>	<b>73</b>
<b>Art. 11 Materiali impianti elettrici .....</b>	<b>75</b>
11.1 Generalità .....	75
11.2 Comandi in costruzioni e destinazione sociale .....	76
11.3 Apparecchiature modulari con modulo normalizzato .....	76
11.4 Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione .....	77
11.5 Quadri di comando .....	77
<b>Art. 12 Tubazioni ed accessori .....</b>	<b>77</b>
12.1 Tubi e pezzi speciali in acciaio per acqua .....	78
12.2 Elettrodi .....	80
12.3 Materiale di ripristino del rivestimento isolante delle condotte in acciaio .....	80
12.4 Tubi e pezzi speciali in acciaio per gas .....	81
12.5 Tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale per acqua .....	81
12.6 Tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale per gas .....	82
12.7 Tubi in Polietilene ad alta densità (PEAD) PN 16 per acqua potabile .....	82
12.8 Tubi e pezzi speciali di polietilene (PEAD) per gas metano .....	85
12.9 Tubi e pezzi speciali in PVC PN 16 per acqua potabile .....	85

12.10 Tubi in PVC per fognature .....	86
12.11 Tubi in PEAD corrugati a doppia parete .....	87
12.12 Tubi in PP corrugati doppia parete .....	88
12.13 Tubi in PEAD spiralati .....	89
12.14 Tubazioni in grès ceramico .....	90
12.15 Tubi in ghisa sferoidale per fognature .....	90
12.16 Tubazioni in cemento: .....	91
12.17 Tubi in cemento vibro-compresso - Giunti a bicchiere per fognature a gravità e in pressione: .....	91
12.18 Anelli elastici per giunzioni di tubi .....	92
12.19 Camerette d'ispezione prefabbricate o gettate in opera .....	95
12.20 Pozzetti prefabbricati per la raccolta delle acque stradali .....	96
12.21 Pozzetti multiutenza per fognatura .....	96
12.22 Camerette d'ispezione prefabbricate DN 1000 .....	97
12.23 Pozzetti in PEAD per fognatura .....	97
12.24 Dispositivi di chiusura e di coronamento .....	98
12.25 Dispositivi di chiusura e di coronamento per fognatura per pozzetti principali .....	102
12.26 Dispositivi di chiusura e di coronamento per pozzetti multiutenza .....	103
12.27 Dispositivi di discesa .....	103
12.28 Pressotrivellazione .....	104
12.29 Altri materiali .....	106
12.30 Sfiati .....	107
12.31 Flange piane da saldare .....	107
12.32 Bulloni e dadi .....	108
12.33 Gomma telata .....	108
12.34 Saracinesche .....	108
12.35 Valvole a farfalla .....	108
12.36 Valvole a sfera .....	109
12.37 Chiusini e griglie in ghisa .....	110
12.38 Apparecchi idraulici .....	110
12.39 Giunti dielettrici e di dilatazione o smontaggio .....	111
12.40 Materiali per gli impianti di derivazione di utenza acqua potabile e gas .....	111
12.41 Giunto flangiato .....	111
12.42 Giunto a manicotto .....	112
<b>CAPO 2. MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO .....</b>	<b>113</b>
Art. 13 Tracciamenti .....	115
Art. 14 Scavi in genere .....	115
Art. 15 Scavi di sbancamento .....	116
Art. 16 Scavi di fondazione od in trincea .....	116
Art. 17 Scavi e rinterri per la costruzione di condotte .....	117
Art. 18 Disfacimento e rifacimento di pavimentazioni stradali .....	118
Art. 19 Strati di transizione (Rilevato – Terreno) .....	119
Art. 20 Formazione dei piani di posa dei rilevati .....	119
Art. 21 Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea .....	120
Art. 22 Formazione di rilevati .....	120
Art. 23 Laboratorio terre .....	122
Art. 24 Prove di controllo sul piano di posa .....	122
Art. 25 Materiale di risulta .....	122
Art. 26 Transito stradale .....	123
Art. 27 Opere drenanti e di difesa del corpo stradale .....	123
Art. 28 Fondazioni stradali .....	125
Art. 29 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso .....	128
Art. 30 Lavori diversi .....	129
Art. 31 Manutenzione della pavimentazione .....	130
Art. 32 Lavori per acquedotti - fognature e rete gas .....	130
32.1 Coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette .....	130
32.2 Interferenza con edifici ed infrastrutture .....	130
32.3 Realizzazione dello scavo .....	131
Art. 33 Opere provvisoriale - ponteggi .....	135
33.1 Ponteggi in legno fissi .....	135
33.2 Ponteggi a sbalzo .....	136
33.3 Ponteggi metallici a struttura scomponibile .....	136

33.4 Puntelli: interventi provvisori .....	136
33.5 Travi come rinforzi provvisori o permanenti .....	136
<b>Art. 34 Demolizioni e rimozioni .....</b>	<b>136</b>
<b>Art. 35 Opere di muratura .....</b>	<b>137</b>
35.1 Malte per murature.....	137
35.6 Murature in genere: criteri generali per l'esecuzione.....	138
<b>Art. 36 Murature e riempimenti in pietrame a secco - vespai - .....</b>	<b>139</b>
36.1 Vespai e intercapedini.....	139
<b>Art. 37 Opere di strutture di calcestruzzo .....</b>	<b>139</b>
37.1 Impianti per la produzione.....	140
37.2 Confezione degli impasti.....	141
37.3 Trasporto e posa in opera degli impasti .....	141
37.4 Palificazioni eseguite in opera .....	141
37.5 Casseri e dime .....	142
37.6 Armature metalliche .....	142
37.7 Getti .....	143
<b>Art. 38 Misure di difesa dei materiali cementizi dalla corrosione .....</b>	<b>145</b>
38.1 Misure nel caso di corrosione media.....	145
38.2 Misure nel caso di corrosione forte .....	145
<b>Art. 39 Strutture in acciaio .....</b>	<b>145</b>
39.1 Generalità.....	145
39.2 Prescrizioni relative alla fornitura.....	146
39.3 Prescrizioni costruttive .....	146
39.4 Protezioni superficiali .....	146
39.5 Trasporto, montaggio e posa in opera .....	147
39.6 Collaudo tecnologico dei materiali.....	147
39.7 Controlli in corso di lavorazione .....	148
39.8 Montaggio .....	148
39.9 Prove di carico e collaudo statico .....	148
<b>Art. 40 Realizzazione delle canalizzazioni in muratura .....</b>	<b>148</b>
40.1 Realizzazione in trincea .....	148
40.2 Realizzazione in galleria .....	149
<b>Art. 41 Realizzazione del supporto per i condotti prefabbricati .....</b>	<b>150</b>
41.1 Generalità.....	150
41.2 Appoggio su suoli naturali .....	150
41.3 Appoggio su materiale di riporto .....	150
41.4 Appoggio su calcestruzzo .....	151
41.5 Camicia in calcestruzzo.....	151
<b>Art. 42 Movimentazione dei tubi in cantiere .....</b>	<b>151</b>
42.1 Carico, trasporto e scarico.....	151
42.2 Deposito ed accatastamento.....	152
<b>Art. 43 Modalità di posa dei tubi nello scavo.....</b>	<b>153</b>
43.1 Generalità.....	153
43.2 Posa dei tubi in materiali rigidi .....	153
43.3 Posa dei tubi in materie plastiche.....	154
<b>Art. 44 Giunzioni .....</b>	<b>154</b>
44.1 Prescrizioni generali.....	154
44.2 Comportamento alle sollecitazioni meccaniche .....	155
44.3 Comportamento alle sollecitazioni termiche .....	155
44.4 Resistenza alle radici .....	156
44.5 Giunzioni plastiche a freddo per tubi e pezzi speciali in calcestruzzo .....	156
<b>Art. 45 Anelli elastici per giunzione tubi .....</b>	<b>159</b>
45.1 Ambito di validità.....	159
45.2 Classificazione.....	159
45.3 Prescrizioni di qualità .....	159
45.4 Marcatura UNI .....	160
45.5 Prove.....	160
45.6 Immagazzinamento .....	160
45.7 Controlli e collaudo della fornitura .....	160
<b>Art. 46 Infissione di tubi mediante spinta idraulica .....</b>	<b>161</b>
<b>Art. 47 Modalità di realizzazione dei manufatti.....</b>	<b>161</b>
47.1 Camerette d'ispezione .....	161

47.2 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali .....	162
47.3 Dispositivi di chiusura e di coronamento .....	163
Art. 48 Prova di impermeabilità della canalizzazione .....	163
Art. 49 Allacciamenti alla canalizzazione di fognatura .....	165
Art. 50 Rinterro della canalizzazione.....	165
50.1 Incasso .....	165
50.2 Riempimento.....	166
50.3 Allontanamento delle armature .....	166
Art. 51 Ripristini stradali.....	166
Art. 52 Movimento e trasporti di materiali.....	167
Art. 53 Prove di tenuta delle condotte acqua, fognarie e gas .....	167
53.1 Condotte Acqua .....	167
53.2 Condotte Fognarie.....	167
53.3 Condotte Gas .....	168
53.4 Prove di tenuta di condotte in acciaio esercite dalla 1° alla 5° specie (da 0,5 bar a > 24 bar).....	169
53.5 Prova di tenuta degli allacciamenti GAS.....	169
53.6 Controllo del rivestimento e PROVE DI ISOLAMENTO ELETTRICO .....	170
Art. 54 Opere di impermeabilizzazione.....	171
Art. 55 Intonaci .....	172
55.1 Norme generali .....	172
55.2 Rinzaffi.....	172
55.3 Intonaci.....	173
Art. 56 Lavori e finiture stradali .....	173
Art. 57 Segnaletica orizzontale .....	175
Art. 58 Smaltimento materiale proveniente da scavi e demolizioni .....	175
Art. 59 Impianto elettrico.....	175
59.1 Disposizioni generali.....	175
59.2 Qualità dei materiali elettrici. ....	176
59.3 Caratteristiche tecniche degli impianti e dei componenti. ....	176
59.4 Integrazione dell'impianto elettrico nell'edificio. ....	177
<b>CAPO 3. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</b> .....	180
Art. 60 Norme generali .....	180
Art. 61 Scavi in genere e rinterri.....	183
Art. 62 Trasporti.....	184
Art. 63 Sabbia, ghiaia e pietrisco .....	185
Art. 64 Movimenti materiali e rinterri per posa tubazioni .....	185
Art. 65 Tubazioni e pezzi speciali.....	185
Art. 66 Pozzetti in CIs.....	185
Art. 67 Manufatti in ghisa ed opere metalliche .....	186
Art. 68 Pavimentazione stradale.....	186
Art. 69 Tappeto di usura .....	186
Art. 70 Pali.....	186
Art. 71 Riempimento con misto granulare e cementato .....	186
Art. 72 Calcestruzzi .....	186
Art. 73 Conglomerato cementizio armato .....	186
Art. 74 Vespai.....	187
Art. 75 Tinteggiature, coloriture e verniciature .....	187
Art. 76 Intonaci .....	187
Art. 77 Lavori in metallo.....	187
Art. 78 Impianto elettrico.....	188
Art. 79 Opere provvisoriale .....	188
Art. 80 Prove di collaudo.....	188
Art. 81 Disegni di rilievo.....	188
Art. 82 Noleggi.....	189

# **Specificazione delle prescrizioni tecniche**

## **art. 43, comma 3, lettera b), del d.P.R. n. 207 del 2010**

### **CAPO 1. NORME E PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ, LA PROVENIENZA DEI MATERIALI**

#### **Art. 1 Norme generali per l'accettazione, qualità ed impiego dei materiali**

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno essere forniti con allegata "dichiarazione di conformità CE" e "Certificato di Controllo della Produzione in Fabbrica", oltre a corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle Leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo apposito articolo; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

I materiali provverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché accompagnati da "Certificato di Controllo della Produzione in Fabbrica" e corrispondenti ai requisiti di cui sopra. Relativamente alle miscele, per le quali non venga fornito il "Certificato di Controllo della Produzione in Fabbrica", dovrà essere disposta una caratterizzazione della miscela stessa presso un laboratorio ufficiale ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, secondo le modalità indicate dalla Direzione dei Lavori e l'Impresa sarà tenuta a sostenerne i relativi oneri.

L'Appaltatore dovrà dare notizia alla Direzione Lavori della provenienza dei materiali e delle eventuali successive modifiche della provenienza stessa volta per volta, se ciò richiesto dalla Direzione Lavori.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per la formazione e l'invio dei campioni, l'esecuzione delle corrispondenti prove ed esami da eseguirsi presso un laboratorio ufficiale, ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, individuato dalla Stazione Appaltante, provvedendo a tutte le spese relative

Qualora l'Appaltatore di sua iniziativa impiegasse materiali di dimensioni eccedenti le prescritte, o di caratteristiche migliori, o di più accurata lavorazione, ciò non gli darà diritto ad aumenti di prezzo.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Nel caso in cui l'Impresa fornisca i materiali e le prove previste diano risultati non conformi a quanto previsto dalle norme, l'Impresa dovrà provvedere alla sostituzione immediata del materiale fornito e alla rimozione del materiale qualora esso fosse stato nel frattempo collocato in opera.

Nell'eventualità che i lavori siano temporaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti, l'Impresa non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta, ma solamente richiedere, nel caso in cui il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul termine di ultimazione dei lavori la cui concessione è ad insindacabile giudizio della Stazione Appaltante.

L'Appaltatore assume, con la firma del contratto d'appalto, l'obbligo di provvedere tempestivamente tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione di lavori compresi nell'appalto, e comunque ordinati dalla Direzione Lavori, quali che possano essere le difficoltà di approvvigionamento.

Ogni materiale in fornitura per il quale è richiesta una caratteristica di resistenza e/o reazione al fuoco, va accompagnato dalla relativa Certificazione e/o Omologazione del Ministero dell'Interno in originale o copia conforme nonché dalla copia della bolla di fornitura. La Certificazione e/o Omologazione dovrà corrispondere alle effettive condizioni di impiego del materiale anche in relazione alle possibili fonti di innesco.

#### **Art. 2 Prescrizioni relative ai materiali**



## 1. **Norme generali**

- 1.1 Con riferimento a quanto stabilito nell'articolo precedente, i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti definiti nell'elenco descrittivo delle varie categorie dei lavori, nonché ai requisiti di seguito fissati per i materiali fondamentali. E' facoltà della Direzione Lavori rifiutare quei materiali che non provengono da produttori di elevata capacità e serietà;
- 1.2 Su quanto prescritto nel presente articolo, l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo, a richiesta della Direzione Lavori, alle prove dei materiali e delle apparecchiature impiegati o da impiegare presso gli Istituti di prova o le fabbriche che saranno debitamente indicate, provvedendo a tutte le spese relative.
- 1.3 Dei campioni, il cui prelievo sarà eseguito in contraddittorio, potrà essere ordinata la conservazione presso l'Ufficio della Direzione Lavori.
- 1.4 Nell'eventualità che i lavori siano temporaneamente sospesi nell'attesa di regolare certificazione di prove in corso da parte dei vari organi competenti, l'Imprenditore non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta, ma solamente richiedere, nel caso in cui il tempo di attesa risulti considerevole, una proroga sul tempo di ultimazione dei lavori, la cui concessione è ad insindacabile giudizio della Stazione Appaltante.
- 1.5 Nel caso in cui l'Impresa fornisca i materiali e le prove previste diano risultati non conformi a quanto previsto dalle norme, l'Impresa dovrà provvedere alla sostituzione immediata del materiale fornito e alla rimozione del materiale qualora esso fosse stato nel frattempo collocato in opera.

1.6

## 2. **Materiali per opere edili**

Nelle forniture dei materiali dovranno quindi essere rispettate tutte le prescrizioni vigenti ed in particolare le seguenti:

- a) RR.DD. del 16/11/1939:
- n. 2232 "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione"
  - n. 2233 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi"
  - n. 2234 "Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazioni"
- b) L. 595 del 26/05/1965 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici"
- c) D.M. 03/06/1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi"
- d) D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
- e) D.M. 12/07/1999 "Regolamento recante norme per il rilascio dell'attestato di conformità per i cementi"
- f) D.M. 30/10/1912 "Norme e condizioni per l'accettazione dei legnami"

## **Art. 3 Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso, bitumi**

### **3.1 Acqua**

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, priva di materie terrose, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Nel caso in cui si rendesse necessario, dovrà essere trattata per permettere un grado di purità adatta all'intervento da eseguire, oppure additivata per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche con produzione di sostanze pericolose.

In merito si veda l'allegato 1 del d.m. 9 gennaio 1996.

### **3.2 Calci**

#### *3.2.1 Calci aeree*

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori (norma UNI EN 459-1:2001). In base alla legge 16 novembre 1939 n. 2231, "Norme per l'accettazione delle calci", capo I, le calci aeree si dividono in:

- a) calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;

- b) calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a).
- c) calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di MgO.

Per le calci aeree devono essere soddisfatte le limitazioni riportate nella *Tabella 1*, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso.

*Tabella 1: - Caratteristiche delle calci aeree*

ALCI AEREE		Contenuto in CaO + MgO	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle		94%		
Calce magra in zolle		94%		
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	91%	3%	6%
	Calce idrata da costruzione	82%	3%	6%

e devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici riportati nella *Tabella 2*.

*Tabella 2: - Caratteristiche fisico-meccaniche delle calci aeree*

CALCI AEREE	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie/cm <sup>2</sup>	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm <sup>2</sup>	Prova di stabilità di volume
Calce grassa in zolle	2,5 mc/tonn			
Calce magra in zolle	1,5 mc/tonn			
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	1%	5%	Si

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere recente, perfetta e di cottura uniforme, non bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi. Infine sarà di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; non sarà usata quella ridotta in polvere o sfiorita: si dovrà quindi preparare la calce viva nella quantità necessaria e conservarla in luoghi asciutti ed al riparo dall'umidità.

Dopo l'estinzione, la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature da almeno 15 giorni. L'estinzione delle calci aeree in zolle sarà eseguita a bagno o con altro sistema idoneo, ma mai a getto.

### 3.2.2 Calci idrauliche

Le calci idrauliche si dividono in:

- a) *calce idraulica in zolle*: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- b, c) *calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere*: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- d) *calce idraulica artificiale pozzolanica*: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- e) *calce idraulica siderurgica*: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

Per le calci idrauliche devono essere soddisfatte le limitazioni riportate nella *Tabella 3* che segue:

*Tabella 3: - Caratteristiche delle calce idrauliche*

CALCI IDRAULICHE	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in MnO	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5%	10%			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5%	10%	1,5%		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5%	5%			5%	2,5%

Devono inoltre essere soddisfatti i requisiti fisico-meccanici di cui alla *Tabella 4* che segue:

*Tabella 4: - Caratteristiche fisico-meccaniche delle calce idrauliche*

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità del volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 Kg/cm <sup>2</sup>	10 Kg/cm <sup>2</sup>	Sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 Kg/cm <sup>2</sup>	100 Kg/cm <sup>2</sup>	Sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 Kg/cm <sup>2</sup>	100 Kg/cm <sup>2</sup>	Sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 Kg/cm <sup>2</sup>	100 Kg/cm <sup>2</sup>	Sì

È ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti purché rispondano alla prova di espansione in autoclave.

Tutte le calce idrauliche in polvere devono:

1. Lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm<sup>2</sup> un residuo inferiore al 20%;
2. Iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
3. Essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- Inizio presa: non prima di un'ora
- Termine presa: non dopo 48 ore

### 3.3 Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal r.d. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni. Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione. Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia. Le

pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle resistenze, riportate nella *Tabella 5* che segue, con la tolleranza del 10%:

*Tabella 5: - Caratteristiche di resistenza delle pozzolane*

	Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Composizione della malta normale
POZZOLANE ENERGETICHE	5 Kg/cm <sup>2</sup>	25 Kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 7 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 Kg/cm <sup>2</sup>	12 Kg/cm <sup>2</sup>	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm 10 l'ago di Vicat del peso di kg 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm 30

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare mm 5.

### 3.4 Cementi e agglomerati cementizi

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla legge 26 maggio 1965 n. 595, al d.m. 31 agosto 1972 ed al D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni", e successive modifiche ed integrazioni. Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal d.m. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197.

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

#### 1. - Cementi:

- a) *Cemento portland*: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;
- b) *Cemento pozzolanico*: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;
- c) *Cemento d'alto forno*: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

2. - Cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

3. - Cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con decreto del Presidente della Repubblica 10 novembre 1959, n. 1363,

4. - Agglomeranti cementizi: per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali. Essi si dividono in agglomerati cementizi:

1. Lenta presa;
2. Rapida presa.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente

apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del r.d. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari. Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati.

L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità. L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg per mc di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per mc.

In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza. Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. — I.C.I.T.E. del "Servizio di controllo e certificazione dei cementi", allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).

I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate dal R.D. 16 novembre 1939 - n. 2230, debbono avere i limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5% riportati nella Tabella 6:

*Tabella 6: - Caratteristiche di resistenza dei cementi*

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	Resistenza a flessione:				Resistenza a compressione				
	Dopo 24 ore Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 3 giorni Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 7 giorni Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 28 giorni Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 24 ore Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 3 giorni Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 7 giorni Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 28 giorni Kg/cm <sup>2</sup>	Dopo 90 giorni Kg/cm <sup>2</sup>
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-
Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTO ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i requisiti riportati nella *Tabella 7*, nella quale le quantità sono espresse percentualmente in peso:

*Tabella 7: - Caratteristiche dei cementi*

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA E CEMENTI PER SBARRAMENTI DI TENUTA		Perdita al fuoco	Residuo insolubile	Contenuto di SO <sub>3</sub>	Contenuto di MgO	Risultato positivo del saggio di pozzolanicità	Contenuto di zolfo da solfuri	Contenuto di Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Portland	Normale	<5	<3	<3,5	<4	---	---	---
	Ad alta resistenza	<5	<3	<4	<4	---	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	<5	<3	<4	<4	---	---	---
Pozzolánico	Normale		<16	<3,5	<3 *	Si	---	---
	Ad alta resistenza	<7	<16	<4	<3 *	Si	---	---

	Ad alta resistenza e rapido indurimento	<7	<16	<4	< 3 *	Si	---	---
D'alto forno	Normale	<5	<3	<3,5	<7 **	---	<2	---
	Ad alta resistenza	<5	<3	<4	< 7 **	---	<2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	<5	<3	<4	< 7 **	---	<2	---
Alluminoso	Normale	<5	<3	<3	<3	---	<2	<35
	Ad alta resistenza	<5	<3	<3	<3	---	<2	<35
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	<5	<3	<3	<3	---	<2	<35
Agglomerato cementizio		---	---	<3,5	<4	---	---	---

[\*] Solubile in HC1

[\*\*] E' ammesso per il cemento d'altoforno anche un contenuto di MgO superiore al 7%, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave. Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.

I cementi d'altoforno contenenti più del 7% di MgO non devono dare, alla prova di espansione in autoclave, una dilatazione superiore a 0,50%.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere quelli riportati nella *Tabella 8*:

*Tabella 8: - Tempi di presa dei cementi*

	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
CEMENTI NORMALI E AD ALTA	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
CEMENTO ALLUMINOSO	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRESA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA	almeno un minuto	al più 30 minuti

Nella tabella che segue si riporta il d.m. 13 settembre che 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 19711 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

*Tabella 9: - Corrispondenza tra le denominazioni dei cementi*

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e d.m. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland composti (CEM IL/A-S; CEM IL/A-D; CEM11/A-P; CEM IL/A-Q; CEM IL/A-V; CEM IL/A-W; CEM IL/A-T; CEM IL/A-L; CEM IL/B-L; CEM IL/A-M)	
Cemento d'altoforno (CEM ILI/A; CEM 111/13; CEM ILI/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM IL/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM 1V/A; CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM IL/B-P; CEM IL/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM11/B-V; CEM IL/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM IL/B-T)	

Cemento Portland composito (CEM IL/B-M)	Cemento d'altoforno [ * ] Cemento pozzolanico [ * ] Cemento Portland [ * ]
Cemento composito (CEM VIA; CEM V/13)	Cemento d'altoforno [ * ] Cemento pozzolanico [ * ]

[ \* ] In funzione della composizione del cemento.

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del d.m. 3 giugno 1968.

### 3.5 Gesso

Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità. Il suo uso dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori. I gessi si suddividono in tre tipi come riportato nella Tabella 10:

*Tabella 10: - Caratteristiche dei gessi*

TIPO	DUREZZA MASSIMA	RESISTENZA ALLA TRAZIONE (dopo tre giorni)	RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE (dopo tre giorni)
Gesso comune	60% di acqua in volume	15 kg/cm <sup>2</sup>	
Gesso da stucco	60% di acqua in volume	20 kg/cm <sup>2</sup>	40 kg/cm <sup>2</sup>
Gesso da forma (scagliola)	70% di acqua in volume	20 kg/cm <sup>2</sup>	40 kg/cm <sup>2</sup>

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti:

- In sacchi sigillati;
- In imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- Alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo. Il sigillo deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- La qualità del legante;
- Lo stabilimento produttore;
- La quantità d'acqua per la malta normale;
- Le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra devono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi devono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.

Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calci idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

### 3.6 I bitumi

Per il bitume, il bitume liquido e l'emulsione bituminosa dovranno essere osservate le norme di accettazione del Centro Nazionale delle Ricerche che si intendono qui prescritte.

Le stesse norme valgono per il prelievo dei campioni.

È facoltà della Direzione dei Lavori prescrivere il tipo di bitume, bitume liquido od emulsione bituminosa a seconda della condizione climatica esistente al momento della messa in opera senza che per questo l'impresa possa pretendere speciali compensi o prezzi diversi da quelli contemplati nell'unico elenco per tutti i lavori che impiegano leganti bituminosi.

Le stesse norme valgono per il prelievo dei campioni.

## Art. 4 Materiali inerti

### 4.1 Generalità

#### 4.1.1 Inerti ed aggreganti –

In base al d.m. 9 gennaio 1996, Allegato I, gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei.

Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali.

Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

#### 4.1.2 Sabbia

In base al r.d. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la sabbia naturale o artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza, sarà pulitissima, non avrà tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere e sarà costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; dev'essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee.

Le dimensioni dei grani costituenti la sabbia dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

- Di 2 mm se si tratta di lavori di murature in genere;
- Di 1 mm se si tratta degli strati grezzi di intonaci e di murature di paramento;
- Di 1/2 mm se si tratta di colla per intonaci e per murature di paramento.

L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche sarà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del d.m. 3 giugno 1968 e successive modifiche ed integrazioni, sui requisiti di accettazione dei cementi. In base a tale decreto, la sabbia normale è una sabbia silicea, composita, a granuli tondeggianti, d'origine naturale proveniente dal lago di Massaciuccoli in territorio di Torre del Lago, la cui distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso granulometrico individuato dalla *Tabella 11*:

*Tabella 11: - Fuso granulometrico delle sabbie*



Designazione della tela	Luce netta (in mm)	Residuo cumulativo (percentuale in peso)
2,00 – UNI 2331	2,00	0
1,70 – UNI 2331	1,70	5 ± 5
1,00 – UNI 2331	1,00	33 ± 5
0,50 – UNI 2331	0,50	67 ± 5
0,15 – UNI 2331	0,15	88 ± 5
0,08 – UNI 2331	0,08	98 ± 2

Per ogni partita di sabbia normale, il controllo granulometrico deve essere effettuato su un campione di 100 g. L'operazione di stacciatura va eseguita a secco su materiale essiccato ed ha termine quando la quantità di sabbia che attraversa in un minuto qualsiasi setaccio risulta inferiore a 0,5 g.

La sabbia da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi, dovrà avere le qualità stabilite dal d.m. 27 luglio 1985 e successive modifiche ed integrazioni, che approva le "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e dal d.m. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

#### 4.1.3 Ghiaia e pietrisco

Per la qualità di ghiaie e pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi valgono le stesse norme prescritte per le sabbie.

In base al r.d. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose.

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco, questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materiali pulverulenti, deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia.

Il pietrisco deve essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Le dimensioni degli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

- di 5 cm se si tratta di lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- di 4 cm se si tratta di volti di getto;
- di 3 cm se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde in un centimetro di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato ed a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa, quando l'approvvigionamento d'altro tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata.

#### 4.1.4 Pomice –

La pomice dovrà presentare struttura granulare a cavità chiuse, con superfici scabre, dovrà essere asciutta, scevra da sostanze organiche, da polvere o da altri elementi estranei.

Il peso specifico apparente medio della pomice non dovrà essere superiore a 660 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.5 Perlite espansa –

Si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 0 a 5 mm di diametro, completamente esente da polvere o da altre sostanze estranee e dovrà essere incombustibile ed imputrescibile.

Il peso specifico apparente della perlite espansa è compreso tra i 60 ed i 120 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.6 Vermiculite –

Si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 0 a 12 mm di diametro, completamente esente da ogni tipo d'impurità e dovrà essere incombustibile ed imputrescibile.

Il peso specifico apparente della vermiculite espansa è compreso tra i 70 ed i 110 kg/m<sup>3</sup> a seconda della granulometria.

#### 4.1.7 Polistirene espanso –

Si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni variabile da 2 a 6 mm di diametro, completamente esente da ogni sostanza estranea e dovrà essere inattaccabile da muffe, batteri, insetti e resistere all'invecchiamento.

Il peso specifico apparente del polistirene espanso è compreso tra i 10 ed i 12 kg/m<sup>3</sup> a seconda della granulometria.

#### 4.1.8 Argilla espansa –

Si presenta sotto forma di granulato, con grani a struttura interna cellulare chiusa e vetrificata, con una dura e resistente scorza esterna.

In base alla circolare n. 252 AA.GG./S.T.C. del 15 ottobre 1996, per granuli di argilla espansa e scisti di argilla espansa, si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato.

Ogni granulo, di colore bruno, deve avere forma rotondeggiante ed essere privo di materiali attivi, organici o combustibili; deve essere inattaccabile da acidi ed alcali concentrati, e deve conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura. I granuli devono galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

Il peso specifico dell'argilla espansa è compreso tra i 350 ed i 530 kg/m<sup>3</sup> a seconda della granulometria.

#### 4.1.9 Pietre naturali e marmi

##### 4.1.9.1 *Pietre naturali*

Le pietre naturali da impiegarsi nelle murature e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta e ripulite da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature e scovre da sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui saranno soggette, e devono essere efficacemente aderenti alle malte.

Saranno, pertanto, assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere prive di fenditure, cavità e litoclasti, essere sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità.

Il tufo dovrà essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo quello pomicioso e facilmente friabile. L'ardesia in lastre per la copertura dovrà essere di prima scelta e di spessore uniforme; le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa, ed esenti da inclusioni e venature.

##### 4.1.9.2 *Pietra da taglio*

La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che saranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a) A grana grossa, se lavorata semplicemente con la punta grossa, senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne spigoli netti;
- b) A grana ordinaria, se le facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi;
- c) A grana mezza fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani;

d) A grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che il giunto fra concio e concio non superi la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di congiunzione dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Impresa dovrà sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature o gli ammacchi si verificassero dopo il momento della posa in opera fino al momento del collaudo.

#### *4.1.9.3 Marmi*

I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli o altri difetti che ne infirmino l'omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature. I marmi colorati devono presentare, in tutti i pezzi, le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.

Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, con congiunzioni senza risalti e piani perfetti.

Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere, di norma, lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomciate. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchina aperta, a libro o comunque ciocata.

#### *4.1.9.4 Selci*

I selci sono solidi a forma generalmente rotondeggiante, di dimensione variabile ma per lo più con lato 15 x 15.

Le caratteristiche dei selci che verranno utilizzati per la sede stradale dovranno essere uguali, o migliori, di quelle dei cogoli, amioni di arenaria molto compatta, originati per cementazione spinta di particolari zone di un primitivo corpo sabbioso e successivamente isolati dall'erosione. La loro composizione è del tutto analoga alla sabbia che li ingloba, ma mentre quest'ultima risulta porosa e friabile, i cogoli presentano una grande quantità di cemento carbonatico, che ne riduce la permeabilità e li rende particolarmente tenaci. Obbligo dell'Appaltatore sarà quello di presentare le prove a compressione, al taglio e ad attrito radente dei selci.

Ogni assortimento potrà comprendere selci di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso, con la tolleranza prevista. I selci potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi.

#### *4.1.9.10 – Materiali complementari*

Formano parte integrante di una pavimentazione in selci alcuni elementi essenziali come sabbia, cemento ed altri:

- a. *Sabbia*: la sabbia da impiegarsi nella formazione del letto di posa dei pavimenti in selci, o per la preparazione di malte dei pavimenti in piastrelle o lastre irregolari dovrà essere a grana media, priva di ogni materia eterogenea. Non è consigliabile, pertanto, l'impiego di sabbia di mare.  
La sabbia per la copertura e l'intasamento delle fughe per i selci o quella per la sigillatura in boiaccia degli stessi o dei pavimenti in piastrelle regolari o in lastre irregolari dovrà essere, invece, abbastanza fine da passare attraverso uno staccio di tela metallica a maglie quadre di mm 2 + 1/2 ed ugualmente priva d'impurità eterogenee.
- b. *Cemento*: miscelato a secco con la sabbia per il letto di posa dei selci, ed anche per la boiaccia di chiusura alla pavimentazione in piastrelle o selci, dovrà essere di normale resistenza 325.
- c. *Segatura*: proverrà preferibilmente da legni quale il pino o il larice e in ogni caso non da legni esotici.

#### *4.1.9.10/1 – Norme generali*

La posa in opera di pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi.

Saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo dell'1%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà indispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa.

Anche per i selci il miglior sottofondo sarà sempre considerato quello di calcestruzzo che, anche se magro,

ripartisce i carichi di sollecitazione. Il sottofondo di macadam dovrà essere convenientemente rullato e fino a completa chiusura della superficie.

I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione Lavori.

#### *4.1.9.10/2 – Criteri di impiego delle pavimentazioni in selci*

La scelta del tipo sarà effettuata considerando:

- a. Intensità e natura del traffico;
- b. Destinazione e collocazione ambientale;
- c. Motivazioni architettoniche.

In linea generale le dimensioni dei selci da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico.

#### *4.1.9.10/3 – Posa in opera dei selci*

La pavimentazione di selci dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche.

La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a cm 15/16 per il selce 8/10, rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia di circa 6 cm, premiscelata a secco con cemento (kg 10 circa per mq).

I selci dovranno essere posati secondo "filari dritti" ma con angolatura a 45° rispetto al fronte degli edifici.

I selci dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima di cm 1. Verrà, quindi, disposto uno strato di sabbia sufficiente a colmare le fughe dopo di che si provvederà alla bagnatura ed alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico. Durante tale fase si procederà alla eventuale sostituzione di quei selci che si saranno rotti o deteriorati. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1 %.

#### *4.1.9.10/4 – Battitura*

Una volta terminata la posa dei selci e ripulita bene la superficie, si procede alla cosiddetta battitura. Essa consiste nella compressione degli elementi nello strato di allettamento fino al raggiungimento della loro posizione definitiva. Per prima cosa, si procede a colmare tutti gli spazi tra un cubetto e l'altro con la sabbia o sabbia mista a cemento, con l'ausilio di spazzoloni appositi. La compressione si ottiene tramite l'uso di piastre vibranti di diverse dimensioni e peso, a seconda della pezzatura dei selci. Sconsigliabile è l'uso di rulli che comprimono in maniera non ottimale i selci. La piastra vibrante deve procedere linearmente preceduta da un getto d'acqua controllato che rende più morbida lo strato di allettamento e facilita il compattamento uniforme di selci. La pavimentazione deve subire almeno due passaggi in senso ortogonale al primo in consecuzione alternata. Nei tratti in cui non è possibile operare a macchina si usa ancora un attrezzo, denominato "*mazzeranga*" che consiste in un pestello di ferro del peso di circa 20/25 Kg. Esso viene azionato a mano, battendo i selci e comprimendoli fino a che la superficie non risulta uniformemente appianata.

#### *4.1.9.10/5 – Sigillatura delle pavimentazioni di selci*

Indispensabile completamento di una pavimentazione in selce sarà la sigillatura dei giunti, che comprende quelle operazioni atte a colmare perfettamente gli interstizi creatisi tra un elemento e l'altro una volta completata la posa. La sigillatura ha la funzione di mantenere saldi e solidali gli elementi, evitando lo scalzamento e quindi la compromissione statica della pavimentazione. Si potrà eseguire:

- a. *Con semplice sabbia*: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, della stessa granulometria di quella usata per la posa, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe, anche in più riprese, sino a completa chiusura;
- b. *Con boiacca cementizia*: si prepara un "beverone" in parti uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua e si dovrà stendere lo stesso sul pavimento in modo da penetrare completamente in ogni giuntura. Si dovrà lasciare riposare tale boiacca fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua

a pioggia, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione. Si dovrà, infine, procedere alla completa ed accurata pulizia del pavimento con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta.

c. La sigillatura dovrà essere realizzata ogni 150 mq di pavimentazione in selci realizzata.

#### *4.1.9.10/6 – Misurazione dei lavori*

Le misurazioni saranno effettuate con corda metrica, alla presenza dei due contraenti, e per figure geometriche oppure applicando la "formula di Erone" e cioè con triangolazioni successive.

Non vengono conteggiate deduzioni di superfici uguali o inferiori al metro quadrato dovute a chiusini, griglie o caditoie, e ciò per tener conto del maggior tempo di esecuzione occorrente nella posa in opera a chiusura di tali manufatti.

#### *4.1.10 – Pietre per pavimentazione*

Le pietre dovranno in genere provenire da cave di rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con esclusione del "cappellaccio" di cava e di massi "erratici"; dovranno risultare di composizione omogenea, essere esenti da interclusioni di corpi estranei, da piani di sfaldamento, da venature e screpolature; inoltre dovranno avere dimensioni e lavorazioni adatte al loro particolare impiego e corrispondere alle caratteristiche prescritte dai singoli prezzi dell'Elenco.

In particolare:

- Resistenza all'usura: < 3,6;
- Resistenza alla compressione: > kg 1300/cmq;
- Coefficiente di assorbimento acqua: minore del 5 per cento;
- Antigelività;
- Resistenza alla flessione: > a kg x cmq 100;
- Resistenza all'urto: > o uguale a kg x m 0,25.

Le pietre dovranno sempre provenire dalle migliori cave nazionali, essere di perfetta lavorabilità e corrispondere alle particolari prescrizioni esecutive che saranno impartite, caso per caso, dalla Direzione dei Lavori, la quale si riserva il diritto di contrassegnare, con segni a vernice nelle parti in vista, gli elementi da scartare anche se già posti in opera, senza che per questo l'impresa possa reclamare indennizzo alcuno.

Gli elementi speciali, curve, passi carrai, bocche di lupo, o comunque sagomati, dovranno raccordarsi perfettamente con gli elementi retti e saranno compensati con il medesimo prezzo d'elenco previsto per l'elemento retto. I ciottoli per selciati e sottofondazioni stradali dovranno essere in natura calcarea, della qualità più pura e resistente ed essere di pezzatura uniforme e regolare.

I cubetti di porfido per pavimentazioni stradali o di marciapiedi dovranno corrispondere alle "Norme del C.N.R. edizione 1954". I cubetti dovranno essere ricavati da lastroni di spessore corrispondente a quello stabilito dai relativi prezzi di elenco in modo che ogni cubetto presenti due facce opposte piane e regolari, corrispondenti ai piani di cava; la cernita dei cubetti dovrà essere eseguita direttamente nelle cave o nei depositi dell'Impresa, in modo che tutto il materiale provvisto a piè d'opera sia corrispondente alle caratteristiche richieste.

A discrezione della Direzione dei Lavori e con frequenza media ogni 1000 mq di pavimentazione, dovranno essere effettuate prove di gelività su tre campioni di dim. 14 x 14 x 14 con cicli di trattamento di venti volte, prove di resistenza di compressione su provini asciutti delle medesime dimensioni presso laboratori autorizzati tipo "GEOTEC" di Siena, "Istituto Giordano" Bellaria (M), senza che per questo l'impresa possa reclamare indennizzo alcuno.

La Direzione dei Lavori potrà fare eseguire specifiche prove di laboratorio sugli elementi costituenti i bordi stradali, quali: l'esame petrografico (esame della struttura del materiale, composizione mineralogica, facilità di lavorazione, levigabilità, durezza, ecc.), nonché la prova di resistenza alla rottura per compressione (che non deve essere inferiore ai 1300 Kg/cmq) senza che per questo l'impresa possa reclamare indennizzo alcuno.

#### *4.1.10.1– Pietrame – Pietrisco – Pietrischetto – Graniglie*

Devono soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n° 4 del 1953).

Saranno formati da pietra spaccata di qualità dura ed omogenea tenace e ben resistente alle sollecitazioni esterne. Saranno costituiti da elementi assortiti a forma poliedrica a spigoli vivi le cui dimensioni saranno:

- Pietrame:                    maggiori a mm 71;
- Pietrisco:                 comprese tra mm 71 e mm 25;
- Pietrischetto:           comprese tra mm 25 e mm 10;
- Graniglia:                compresa tra mm 2 e mm 10.

Il materiale dovrà essere opportunamente vagliato in modo da assicurare la corrispondenza dimensionale di ogni singolo elemento che sarà spogliato da materie polverulente, provenienti dalla frantumazione, mediante lavaggio. Il coefficiente di frantumazione non dovrà essere superiore a 140 e la perdita per decantazione non dovrà essere superiore all'1 % in peso.

#### *4.1.10.2 – Acqua per lavori di cilindratura e lavaggio massicciate*

L'acqua per i citati usi dovrà essere dolce, non torbida né melmosa.

### **Art.5.1 Semilavorati - Fondazione in misto cementato confezionato in centrale**

Il misto cementato per fondazione sarà costituito da una miscela di inerti lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato dello spessore finito di norma di 20 cm e comunque variabile secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

#### *Inerti*

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti.

A discrezione della Direzione Lavori potranno essere impiegate quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante allo 0,063 mm.

Gli inerti avranno i seguenti requisiti:

- aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (UNI EN 933-1):

setacci	UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio	40	100-100
setaccio	31,5	90-100
setaccio	20	70-90
setaccio	14	58-78
setaccio	8	43-61
setaccio	4	28-44
setaccio	2	18-32
setaccio	0.4	9-20
setaccio	0.125	6-13
setaccio	0.063	5-10

- Perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI-EN1097-2) non superiore al 30% in peso;
- Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8) compreso fra 30 e 60;
- Indice di plasticità (CNR UNI 10014) uguale a zero (materiale non plastico).

### *Legante*

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'altoforno) di classe 325 tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente.

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 4,0% sul peso degli inerti asciutti.

### *Acqua*

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (rilevabile con lo studio con pressa giratoria) con una variazione compresa entro + 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

### *Studio della miscela in laboratorio*

L'Impresa dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini realizzati mediante pressa giratoria con le seguenti caratteristiche a n° giri 180 con le seguenti caratteristiche:

Pressione verticale kPa600 + 3

Angolo di rotazione 1,25 + 0,02

Velocità di rotazione (giri/min) 30

Diametro provino (mm) 150

Resistenze :

	3 gg	7gg	Dimensioni provini
Rit 25°C (GPa x 10-3)	0,30 – 0,50	0,32-0,60	Diametro 150mm altezza 100-130 mm
Compressione semplice 25 °C (GPa x 10-3)	1,4 – 3,6	2,5 – 5,5	Diametro 150mm altezza 160-200 mm

I parametri sopra descritti potranno essere ricercati mediante l'effettuazione di uno studio finalizzato alla determinazione delle percentuali ottimali del cemento e dell'acqua di compattazione oltreché allo stabilire la curva ottimale. A tal fine si dovranno realizzare provini con pressa giratoria secondo il seguente schema indicativo:

Cemento (%)	2			3			4			Le percentuali sono da intendersi in peso sulla miscela degli aggregati
Acqua di compattazione (%)	5	6	7	5	6	7	5	6	7	
N° provini (1)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

(1) I sei provini (per ciascun punto dello studio) andranno maturati e rotti (tre a compressione e tre a trazione indiretta a tre o a 7 gg) sempre secondo quanto sopra descritto, in cui sono descritte anche le resistenze richieste. La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua.

I suddetti valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa + 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione anche fino a 0,70 MPa a 3gg e 0,90 Mpa a 7gg.

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità (misurabile sui provini giratoria a 180giri) e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

### *Formazione e confezione delle miscele*

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondenti alle classi impiegate.

### *Posa in opera*

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti gommate a 4 assi o cingolate e comunque dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento sia longitudinale che trasversale.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 ton per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 ton;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 ton.

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla Direzione Lavori, delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 35°C e mai sotto la pioggia. Tuttavia, a discrezione della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15°C e 18°C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati e previa verifica che il transito non danneggi lo strato. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

### *Protezione superficiale*

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di  $1 \div 2 \text{ Kg/m}^2$ , in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

### *Norme di controllo delle lavorazioni*

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti percentuali fino al passante al setaccio 4 e di  $\pm 2$  punti percentuali per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica.

La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri, e comunque ogni 300 mc di materiale posto in opera.

A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 94% della densità dei provini giratoria (miscela di progetto a 180 giri) nel 100% delle misure effettuate.

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valori min. 60 Mpa dopo 4 ore e 200 Mpa dopo 1gg..



Le prove LWD devono rispettare le Norme ASTM E2583-07 "Standard Test Method for Measuring Deflections with a Light Weight Deflectometer (LWD)" e andranno eseguite applicando uno sforzo di sollecitazione pari a circa 70 KPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 msec. Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 Kg con una altezza di caduta (distanza tra terreno e base del carico) pari a 100 cm.

Le battute del LWD, secondo quanto indicato nella Norma, dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra  $\leq 3\%$ ; Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite dello scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati di almeno 5 metri tra loro lo strato andrà riaddensato.

Le prove eseguite, salvabili su file informatico, devono registrare almeno la pressione effettivamente applicata, il tempo di applicazione del carico, la deflessione al centro piastra ed il modulo elastico. Il modulo elastico viene calcolato con la seguente espressione:

$E = f(1-\nu^2) \cdot \sigma \cdot r / d_0$  con  $f = 2$ ,  $\nu = 0,35$ ,  $\sigma$  = sforzo effettivamente applicato (intorno a 70 KPa),  $r = 150$  mm. (raggio della piastra), e  $d_0$  = deflessione misurata al centro piastra.

La Direzione Lavori effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m di strada o carreggiata.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo dell'Appaltatore a sua cura e spesa compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

## **Art.5.2 Semilavorati - Misto granulare stabilizzato per fondazione e/o sottofondazione**

La fondazione in oggetto è costituita da una miscela di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tale miscela (trattenuta al setaccio UNI 2 mm), può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

Questa lavorazione si applica per strati di fondazione nelle Manutenzioni Straordinarie o Nuove Lavorazioni, esclusivamente nei casi di strade di minore rilevanza e può essere impiegata anche per lavori di sottofondazione come ultimo strato del rilevato stradale.

La fondazione potrà essere formata da materiale di apporto idoneo oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato progettualmente e verificato dalla Direzione Lavori.

### *Caratteristiche dei materiali da impiegare*

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 63 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

setacci	UNI (mm)	Fuso (passante %)
setaccio	63	100-100
setaccio	40	84-100
setaccio	20	70-92
setaccio	14	60-85
setaccio	8	46-72
setaccio	4	30-56
setaccio	2	24-44
setaccio	0.25	8-20
setaccio	0.063	6-12

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso;

- equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio ASTM n. 4; compreso tra 40 e 80 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia pari a 80 potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale.

Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 40 e 60 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma.

Indice di portanza C.B.R. 4 dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non minore di 50.

E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di + 2% rispetto all'umidità ottima di costipamento.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate precedentemente, salvo nel caso citato al punto

4) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

#### *Studio preliminare*

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno per la loro valutazione prima dell'inizio delle lavorazioni.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli della Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo avere effettuato il costipamento.

#### *Modalità esecutive*

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo non idoneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento), tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo

D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4" 5.

La portanza dello strato dovrà essere rilevata mediante tramite LWD (Light Weight Deflectometer tipo Dynatest) con valore min. 80Mpa secondo procedura di prova descritta all'art. 28 comma h).

La Direzione Lavori effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4,5 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. Per quanto riguarda il controllo delle lavorazioni si richiamano espressamente le norme di cui all'art. 28 comma h).

### **Art.5.3 Semilavorati - Drenaggi con filtro in tessuto "non tessuto"**

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o per il drenaggio laterale delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in tessuto "non tessuto" costituito da fibre sintetiche e filamenti continui coesionati mediante agugliatura meccanica o a legamento doppio con esclusione di colle o altri componenti chimici.

Il geotessile non dovrà avere superficie liscia, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, alle cementazioni abituali in ambienti naturali, essere imputrescibile e atossico, avere buona resistenza alle alte temperature, essere isotropo.

In ogni caso i materiali dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori.

Il materiale da usare dovrà avere una resistenza a trazione su striscia di almeno 2 kN/mt (UNI-EN 10319) e buone caratteristiche filtranti (sotto un peso di 2 kg/cm<sup>2</sup> lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm); il peso minimo accettabile del tessuto non tessuto sarà invece di 350 grammi/m<sup>2</sup>.

I vari elementi di non tessuto dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 50 cm.

La parte inferiore dei non tessuti, a contatto con il fondo del cavo del drenaggio e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera.

L'impregnazione potrà anche essere usata in altri punti per impedire la filtrazione e/o il drenaggio nel punto impregnato. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di non tessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito e ben compattato con materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il non tessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata o altro materiale, a seconda della posizione del drenaggio.

#### **Art.5.4 Semilavorati - Conglomerati bituminosi riciclati a freddo in impianto per la formazione di strati di base**

Le miscele stabilizzate con bitume e cemento sono costituite da aggregati vergini o da materiali di riciclo della vecchia pavimentazione con quantità variabili di conglomerato bituminoso fresato che possono arrivare fino al 100%, da cemento e da bitume inserito nella stessa miscela sotto forma di emulsione bituminosa.

##### **Aggregati**

Sono in generale costituiti da materiali di riciclo di pavimentazioni stradali esistenti: conglomerato bituminoso fresato, misto cementato, misto granulare, tout venant eventualmente integrati con inerti vergini (di primo impiego). Non è escluso l'impiego di soli aggregati vergini. Qualora i materiali di riciclo della vecchia pavimentazione contengano frazioni limo-argillose (IP>0), queste devono essere eliminate (sostituite con materiali idonei) o preventivamente trattate con calce.

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato), nei casi in cui la miscelazione sia prevista in impianto (fisso o mobile) deve essere vagliato prima del suo reimpiego per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori a 32 mm. Tale operazione non è necessaria quando è prevista la miscelazione in sito mediante pulvimixer.

Nel caso sia previsto l'impiego di conglomerato di recupero di provenienza esterna al cantiere, esso deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8.

La granulometria degli aggregati, compreso il fresato, deve essere eseguita per via umida sul materiale prelevato all'impianto, dopo la vagliatura, oppure dopo un passaggio di pulvimixer quando sia prevista la miscelazione in sito.

Qualora la granulometria degli aggregati di riciclo si discosti dal fuso indicato nella Tabella A.1 la Direzione Lavori potrà ordinarne l'integrazione mediante l'aggiunta di aggregati vergini di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso previsto.

La percentuale di conglomerato riciclato che si intende impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Serie setacci ISO		Passanti
	mm	%
Setaccio	40	100
Setaccio	31,5	80-100
Setaccio	16	58-92
Setaccio	8	42-76
Setaccio	4	30-56
Setaccio	2	18-40

Setaccio	0.5	9-25
Setaccio	0.063	3-8

Tabella A.1

Gli aggregati vergini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali: rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle Tabella A.2.

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 25%	LA25
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C100/0
Dimensione Max	UNI EN 933-1	30 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	≤ 1%	f1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1%	F1
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	≤ 30 %	FI30

Tabella A.2

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.3.

AGGREGATO FINE			
Parametro	Norma di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥ 60 %	-
Quantità di frantumato	-	100 %	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	n.p.	-
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤ 25%	-

Tabella A.3

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabella A.2 e A.3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n.

280/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### *Emulsione di bitume modificato*

L'emulsione deve essere specificatamente formulata, sovrastabilizzata (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 BP 5), con le caratteristiche riportate nella Tabella A.4.

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO SOVRASTABILIZZATA	
--	--

Parametro	Normativa	unità di misura	Valori richiesti
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	%	40±2
Contenuto di legante	UNI EN 1431	%	60±2
Omogeneità	UNI EN 1429	%	□ 0,2
Sedimentazione a 7gg.	UNI EN 12847	%	□ 10
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850	-	2÷4
Indice di rottura	EN 13075-1	g	> 170
Stabilità alla miscelazione con il cemento	UNI EN 12848	g	< 2
Caratteristiche bitume estratto	UNI EN 1431		
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	dmm	50 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	35 - 56
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN112593	°C	□ -8
Ritorno elastico	UNI EN 13398	%	> 50

Tabella A.4

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione tramite certificazione attestante i requisiti prescritti.

Tale certificazione deve essere di norma rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### *Cemento*

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi:

CEM I – cemento Portland

CEM II – cemento Portland composito

CEM III – cemento d'altoforno;

CEM IV – cemento pozzolanico.

#### *Acqua*

L'acqua impiegata deve essere esente da impurità dannose, conforme alla norma UNI EN 1008.

#### *Studio della miscela*

Le percentuali ottimali di cemento, acqua e emulsione bituminosa e dell'eventuale integrazione di inerti sono stabilite mediante uno specifico studio in laboratorio.

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del materiale esistente nel tronco stradale interessato dal trattamento devono esser eseguiti prelievi ogni 500 m, eventualmente intensificati in caso di disomogeneità.

Nel caso sia prevista la miscelazione con pulvimixer i campioni degli aggregati per lo studio della miscela devono esser prelevati in cantiere, subito dopo un passaggio di pulvimixer senza la stesa dei leganti.

Sui campioni prelevati devono essere eseguiti analisi granulometriche per via umida (UNI EN 933-1)

ed indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12) per stabilire la necessità di trattamento con calce e l'integrazione degli inerti.

Prima di definire la giusta combinazione di leganti, deve essere determinato il contenuto ottimale di acqua sulla miscela granulare con il 2% in peso di cemento, secondo le indicazioni della Tabella B.1.

I provini con diverso contenuto di acqua devono essere compattati con pressa giratoria (UNI EN 12697-31) nelle seguenti condizioni di prova:

Tipo di fustella: non drenata

Angolo di rotazione: 1.25°±0.02°

Velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

Pressione verticale: 600 kPa

Dimensioni provino: 150 mm

n° giri: 100

Peso campione: 2800 g (comprensivi di cemento e acqua)

Nel caso in cui gli elementi più grossolani impediscano la produzione di provini geometricamente regolari deve essere eliminato il trattenuto al setaccio da 20 mm.

Cemento [%]	2,0					
Acqua [%]	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0

Provini [n°]	3	3	3	3	3	3
--------------	---	---	---	---	---	---

Tabella B.1

Ogni provino deve essere pesato prima e dopo la compattazione al fine di determinare la percentuale di (eventuale) acqua espulsa.

I provini così ottenuti devono essere essiccati fino a peso costante in stufa a 40°C e sottoposti a prova per la valutazione della massa volumica (UNI EN 12697-6/procedura D). Il contenuto ottimo di acqua sarà quello che permette di raggiungere il valore più elevato di massa volumica della miscela (secca) e un quantitativo di acqua espulsa durante la compattazione minore dello 0,5%.

Secondo la stessa procedura di compattazione e con il contenuto di acqua ottimo, devono essere confezionati provini con differenti quantità (percentuali riferite al peso degli inerti) di cemento e emulsione bituminosa, come indicato nelle Tabella B.2.

Acqua [%]	Contenuto ottimo								
Cemento [%]	1,5			2,0			2,5		
Emulsione bituminosa [%]	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	4,5	3,5	4,0	4,5
Provini [n°]	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabella B.2

Quando si impiega l'emulsione bituminosa, nel contenuto ottimo di acqua della miscela occorre considerare anche l'acqua apportata dall'emulsione.

I provini così confezionati devono subire una maturazione a 40 °C per 72 ore e successivamente devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697/23), dopo un condizionamento per 4 ore in camera climatica a 25 °C. Tali provini devono fornire:

resistenza a trazione diametrale  $R_t > 0,35 \text{ N/mm}^2$

coefficiente di trazione indiretta  $CTI > 40 \text{ N/mm}^2$

Sui provini confezionati con le miscele che soddisfano i requisiti di resistenza a trazione indiretta e CTI, maturati per 72 ore a 40 °C, si devono determinare:

modulo di rigidezza in configurazione di trazione indiretta (spostamento orizzontale imposto  $5 \pm 0,2 \text{ } \mu\text{m}$ ) secondo la Norma UNI EN 12697/26;

perdita di resistenza dopo imbibizione a 25 °C per 1 ora sottovuoto a 50 mm di mercurio.

La miscela ottima di progetto sarà quella che fornisce il modulo di rigidezza a 20 °C più piccolo tra quelli che risultano maggiori di 3000 MPa e resistenza a trazione indiretta dopo imbibizione maggiore del 70% di quella ottenuta su provini non immersi in acqua.

Sulla miscela ottima si deve determinare la densità geometrica secca a 100 giri di pressa giratoria che costituisce il riferimento per il controllo della densità in sito.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica di progetto, non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali dei trattenuti di  $\pm 10$  per gli aggregati riciclati, di  $\pm 5$  per gli aggregati di integrazione. Per la percentuale di emulsione bituminosa (determinata per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di  $\pm 0,25$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate al momento della stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

#### *Confezione e posa in opera delle miscele*

Per la produzione in impianto si usano dei sistemi di produzione, installabili anche in cantiere, che non richiedono gli apparati per il riscaldamento, la rielezione degli inerti e di aspirazione e filtraggio dei fumi. A tale fine possono essere impiegati impianti per i misti cementati adattati per il riciclaggio a freddo. L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

La stesa deve essere eseguita con vibrofinitrice. Subito dopo la stesa si deve procedere alla compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante di peso > 18 ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommatto di carico statico > 25 ton.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Ultimato il costipamento, compatibilmente con le attività di cantiere, lo strato deve essere fatto maturare per qualche giorno, favorendo l'evaporazione dell'acqua, prima di essere coperto. Anche nel caso di esigenze operative improrogabili, per la stesa dello strato superiore si dovrà attendere almeno 8 ore.

Quando è prevista pioggia, lo strato deve essere immediatamente protetto.

Per la mano d'attacco sarà utilizzata emulsione a lenta rottura, eventualmente anche la stessa usata nella formazione della miscela, con un dosaggio di circa 1,5 kg/m<sup>2</sup>, e successivo spargimento di graniglia o sabbia.

Il trattamento di stabilizzazione deve essere sospeso con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

### *Controlli*

Il controllo della qualità degli strati stabilizzati con cemento e emulsione bituminosa deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

La frequenza dei controlli sarà di norma ogni 5000 m<sup>2</sup> di superficie realizzata (trattata). La Direzione Lavori potrà variare in più o in meno il numero di controlli in relazione all'andamento dei lavori e/o a specifiche problematiche di cantiere.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità. La granulometria della miscela di aggregati dovrà essere verificata su campioni prelevati prima dell'aggiunta dei leganti, all'impianto di produzione.

Sulla miscela con i leganti vengono determinate: la percentuale di bitume (per differenza tra la quantità di legante complessivo e la quantità di bitume contenuta nel fresato) e la percentuale d'acqua. Su provini confezionati con pressa giratoria vengono eseguite prove di resistenza a trazione indiretta e modulo di rigidezza in configurazione di trazione indiretta secondo le stesse procedure indicate nello studio della miscela.

Dopo 30 giorni dal trattamento vengono eseguite prove per la determinazione del modulo elastico dinamico mediante defletto metro a massa battente (Falling Weight Deflectometer – FWD). Sulle carote prelevate vengono determinati il peso di volume e lo spessore. Potranno inoltre, a discrezione della Direzione Lavori, essere determinati la resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) e il modulo di rigidezza (UNI EN 12697-26 Annesso C).i

A compattazione ultimata la densità secca in sito, nel 95% dei punti controllati (con volumometro o prelievo di carote), non deve essere inferiore al 95% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto costipata con pressa giratoria a 100 giri e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della massa volumica su provini asciutti sono effettuate secondo la norma (UNI EN 12697-6/procedura D).

Nella prova di trazione indiretta (UNI EN 12697-23) eseguita su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione o su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (100 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40 °C e successivamente, condizionati per 4 ore a 25 °C, la Resistenza a Trazione Indiretta  $R_t$  non deve essere inferiore a 0,35 N/mm<sup>2</sup> ed il Coefficiente di Trazione Indiretta CTI non deve essere inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>.

Il modulo di rigidezza alla temperatura di 20°C determinato in configurazione di trazione indiretta (UNI EN 12697-26) con deformazione imposta di  $5 \pm 0.2 \text{ } \mu\text{m}$  su carote prelevate dopo 90 giorni dalla realizzazione e su provini confezionati in cantiere con la pressa giratoria (100 giri), maturati in camera climatica per 72 ore a 40°C o dopo 28 giorni di maturazione a 20°C, nel 95% dei campioni, non deve essere inferiore a 3000 MPa. Sugli stessi provini e con gli stessi diametri di misura, il modulo di rigidezza alla temperatura a 40°C deve essere < del 80% del valore ottenuto a 20°C.

Il modulo elastico rilevato, dopo 90 giorni dal trattamento, con Falling Weight Deflectometer, e riferito alla temperatura di 20°C, nel 95% dei campioni (ovvero dei punti analizzati) non deve essere inferiore a 3000 MPa.

A integrazione dei controlli precedenti possono essere eseguite prove con piastra dinamica leggera (dynamic plate-load test). Il modulo dinamico  $E_{vd}$  dopo la compattazione non deve essere inferiore a 70 MPa nel 90% dei punti analizzati. Le misure di modulo dinamico sono riportate alla temperatura di riferimento (25°C) applicando correzioni di un punto percentuale ogni grado centigrado di scostamento, incrementando il valore del modulo nel caso di misure effettuate a temperature maggiori di 25°C, diminuendolo nel caso di misure effettuate a temperature minori di 25°C. L'attrezzatura impiegata deve essere equipaggiata con una massa battente da 10 kg che genera una forza di impatto di 7,07 kN con una durata dell'impulso di 18 ms su una piastra di diametro di 300 mm. La procedura di prova prevede l'applicazione di tre colpi successivi di cui vengono acquisite le deformazioni e, nota la tensione di carico applicata, la macchina restituisce automaticamente il risultato (modulo dinamico) definito come la media delle tre misurazioni. I tre colpi di prova devono essere preceduti da altri tre colpi in modo tale da ottenere un buon contatto tra il piatto di carico ed il suolo. La piastra di carico deve essere posizionata su un piano adeguatamente liscio con l'eventuale disposizione di sabbia monogranulare per livellare la superficie. Nei casi in cui non si realizzi un buon contattato tra

piastra e pavimentazione oppure l'inclinazione del piano sia eccessiva (maggiore del 6%), si possono verificare degli spostamenti laterali che inficiano i risultati.

#### *Penali*

La detrazione per carenza di spessore sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori. La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore dello strato differisce (in diminuzione) rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7 %. Per esempio, se la differenza è del 10 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del  $(10 - 7) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$ .

Qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7 % non sarà applicata nessuna detrazione. Se invece la differenza raggiungerà il 25 %, la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3. Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Per le caratteristiche dei materiali costituenti, le proprietà volumetriche e meccaniche della miscela compattata in laboratorio non conformi a quelle richieste, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

### **Art.5.5 Semilavorati - Conglomerato bituminoso tipo binder tradizionale a caldo**

Il conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di inerti vergini (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido in impianti di tipo fisso automatizzati, posto in opera, per strati, mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

#### *Aggregati*

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo e sono composti da aggregati grossi, fini e filler proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni dei setacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso ( $D > 4 \text{ mm}$ ;  $d \geq 1 \text{ mm}$ ) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	$\leq 30$	LA30
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	$\geq 80$	C80/0
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	$\leq 1$	f1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	$\leq 1$	F1
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	$\leq 30$	F130



Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	$\leq 2$	WA242
----------------------	---------------	-----	----------	-------

Tabella A.1: aggregato grosso

La designazione dell'aggregato fine ( $D \leq 4$  mm;  $d = 0$  mm) dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	$\geq 70$	-
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	[%]	$\geq 50$	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	$\leq 2$	f2

Tabella A.2: aggregato fine

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati, oppure può essere costituito da polvere di roccia preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043.

Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	$38 \div 45$	v38/45
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	$8 \div 16$	$\Delta R \& B8/16$

Tabella A.3: filler

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A.1, A.2 ed A.3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

#### Additivi

Nei conglomerati bituminosi per lo strato di binder, per migliorare la durabilità all'acqua, potranno essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180°C) per lunghi periodi (15 giorni).

#### Bitume

Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alle classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le stagioni più calde mentre la classe 70/100 sarà raccomandata nelle stagioni più fredde. Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.

TIPO DI BITUME			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	$[\text{mm} \cdot 10^{-1}]$	$50 \div 70$	$70 \div 100$
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	$46 \div 54$	$43 \div 51$
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	$\leq -8$	$\leq -10$
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	$[\text{mPa} \cdot \text{s}]$	$50 \div 200$	$50 \div 200$

Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella A.4: metodi di prova per bitume tradizionale

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12591.

#### *Progetto della miscela*

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione del conglomerato bituminoso per lo strato di binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.5. La percentuale di bitume, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella. Per uno spessore dello strato compreso tra 8 e 12 cm si farà riferimento al fuso AC20, mentre per uno spessore dello strato compreso tra 4 e 8 cm si farà riferimento al fuso AC16.

FUSO GRANULOMETRICO		
Tipo di conglomerato bituminoso	AC20	AC16
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
32	100	-
22,4	-	100
20	90 ÷ 100	-
16	-	90 ÷ 100
10	56 ÷ 68	73 ÷ 85
4	37 ÷ 48	45 ÷ 56
2	23 ÷ 33	28 ÷ 38
0,5	11 ÷ 17	16 ÷ 24
0,25	6 ÷ 12	11 ÷ 18
0,063	4 ÷ 7	4 ÷ 8
BITUME RIFERITO ALLA MISCELA		
Contenuto di bitume [%]	4,0 ÷ 5,5	4,0 ÷ 5,5
I valori del contenuto di bitume sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/pd$ , dove $pd$ è la massa volumica media degli aggregati, in $Mg/m^3$ determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.		

Tabella A.5: fuso di progetto e intervallo del contenuto di bitume per strato di binder

La quantità di bitume di effettivo impiego (contenuto ottimo di bitume) deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo volumetrico tramite compattatore giratorio (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23). Quando non possibile, in alternativa, si potrà utilizzare il metodo Marshall (UNI EN 12697-30, UNI EN 12697-34). Le miscele bituminose prodotte in laboratorio dovranno essere confezionate in accordo alla UNI EN 12697-35. Per ogni miscela bituminosa prodotta in laboratorio dovrà essere misurata la densità massima secondo la UNI EN 12697-5.

Secondo il metodo volumetrico (Tabella A.6), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N3. La densità di ogni provino compattato a N3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico). Il rapporto tra densità geometrica del provino a N3 giri e densità del provino paraffinato a N3 giri sarà usato come fattore correttivo di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (densità corretta). La densità corretta e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti  $V_m$  del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti  $V_m$  calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N1 (iniziale), N2 (intermedio), N3 (finale).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N2.

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati in Tabella A.6.

CONDIZIONI DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100 (per AC16)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	150 (per AC20)
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-35	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	140 ± 10
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Vuoti $V_m$ a 10 rotazioni ( $N_1$ )	[%]	UNI EN 12697-8	10 ÷ 14
Vuoti $V_m$ a 100 rotazioni ( $N_2$ )	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
Vuoti nell'aggregato minerale $VMA$ a 100 rotazioni ( $N_2$ )	[%]	UNI EN 12697-8	> 13
Vuoti riempiti di bitume $VFB$ a 100 rotazioni ( $N_2$ )	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
Vuoti $V_m$ a 180 rotazioni ( $N_3$ )	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C ( $ITS$ )	[N/mm <sup>2</sup> ]	UNI EN 12697-23	0.75 ÷ 1.35
Coef. di trazione indiretta <sup>1</sup> a 25°C ( $CTI$ )	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua ( $ITSR$ )	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
<sup>1</sup> $CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot dv}$ dove D è il diametro del provino e dv è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella A.6: metodo volumetrico per bitume tradizionale

Nel caso in cui sia adottato il metodo Marshall, la miscela di progetto dovrà verificare i requisiti di Tabella A.7.

CONDIZIONE DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-30	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-30	140 ± 10
Energia di compattazione	[n° colpi/faccia]	UNI EN 12697-30	75
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura		Valori richiesti
Vuoti residui $V_m$	[%]	UNI EN 12697-8	4 ÷ 6
Stabilità Marshall	[kN]	UNI EN 12697-34	> 10
Rigidità Marshall	[kN/mm]	UNI EN 12697-34	3 ÷ 4,5

Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	[%]	UNI EN 12697-34	≤ 25
---	-----	-----------------	------

Tabella A.7: metodo Marshall per bitume tradizionale

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (granulometria di progetto, tipo di bitume, contenuto di bitume) e i parametri volumetrici e meccanici in riferimento ai requisiti della miscela ottima risultante dallo studio di progetto.

#### *Formazione, confezione e posa in opera della miscela*

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

In cantiere, il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due vibrofinitrici.

Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica (C 60 B 4) per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa come sopra descritta.

Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e la sua spruzzatura con emulsione bituminosa come sopra descritta.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma, ecc...) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di croste.

L'impianto di confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere collocato di norma ad una distanza minore di 70 km dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, non dovrà risultare inferiore a 140°C.

La stesa del conglomerato bituminoso dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di almeno 8 tonnellate più un rullo gommato con almeno sette ruote e peso di almeno 12 tonnellate. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 tonnellate per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Prima della realizzazione del binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche.

A seconda che lo strato di supporto sia un misto granulare oppure un conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo contemporaneamente una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella A.9a, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo siano gli stessi.

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9a.

EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 5				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	[%]	45 ± 2	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	55 ± 2	4
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	120 ÷ 180	5
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[dmm]	≤ 100	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	> 30	-

Tabella A.9a: caratteristiche emulsione bituminosa per mano di ancoraggio

Si definisce mano di attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia.

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Prima della stesa della mano di attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su uno strato di conglomerato bituminoso di nuova costruzione, il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente), l'impresa dovrà provvedere alla presigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di malta bituminosa sigillante o l'applicazione di emulsione bituminosa tamponata con sabbia (almeno un mese prima della realizzazione dello strato nuovo).

In tale caso (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 4). Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9b.

EMULSIONE BITUMINOSA C 60 B 4				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua % in peso	UNI EN 1428	[%]	40 ± 2	-
Contenuto bitume	UNI EN 1428	[%]	60 ± 2	5
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 130	4
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	[dmm]	≤ 100	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	[°C]	> 40	-

Tabella A.9b : caratteristiche emulsione bituminosa per mano di attacco

Tra strato di binder e strato di usura deve essere prevista la mano di attacco con emulsione bituminosa di bitume modificato C65BP3 o C69BP3 garantendo un film di bitume residuo di 0,30 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida in ragione di 0,30 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. Il conglomerato bituminoso verrà steso sul piano finito dello strato sottostante solo dopo che sia stata accertata dalla DL la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ciascun cantiere, la composizione e le caratteristiche meccaniche e volumetriche delle miscele che intende adottare; ciascuna deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Gli attestati di conformità CE dei componenti della miscela devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

La Tabella A.10 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare la qualità del conglomerato bituminoso utilizzato e dei suoi componenti.

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE – strato di binder			
Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti richiesti
Aggregato grosso	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.1
Aggregato fine	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.2
Filler	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.3

Bitume	cisterna	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.4
Conglomerato bituminoso sfuso	vibrofinitrice	giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	% bitume, granulometria aggregati estratti, caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote	pavimentazione	ogni 250 m di fascia di stesa	spessore previsto da progetto, % di vuoti

Tabella A.10: controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso per lo strato di binder

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti o da altro laboratorio indicato dal Committente;
- uno deve restare a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella A.6) e tre provini a N2 giri per la verifica dei valori ITS e CTI (Tabella A.6).

In mancanza del compattatore giratorio, dovranno essere compattati tre provini con compattatore Marshall per la determinazione della percentuale dei vuoti (Tabella A.7) e tre provini per la determinazione della Stabilità e Rigidezza Marshall (Tabella A.7).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà le carote per la verifica degli spessori e dell'efficacia della compattazione in sito (percentuale di vuoti). Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (ITS e CTI). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso.

Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

#### *Penali*

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La curva granulometrica riscontrata dopo estrazione di conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto, dovrà rispettare le seguenti tolleranze.

Per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del  $\pm 5\%$ ; per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 3\%$ ; al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 1,5\%$ . Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per la percentuale di bitume, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$  rispetto al valore dichiarato nello studio di progetto della miscela. Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $25 \cdot b^2$ , dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,25 %.

Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5 %, la detrazione da applicare al prezzo del binder sarà pari a  $25 \cdot (4,5 - 5 - 0,25)^2$  ovvero 1,6 %. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo successivo (materiale sciolto) moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La detrazione per carenza di spessore sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori. La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore dello strato differisce (in diminuzione) rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7 %. Per esempio, se la differenza è del 10 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del  $(10 - 7) \cdot 3 \cdot 100 = 9\%$ .

Qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7 % non sarà applicata nessuna detrazione. Se invece la differenza raggiungerà il 25 %, la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3. Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $2 \cdot s + s^2$ ; dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare al prezzo di aggiudicazione dei lavori sarà pari a  $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$  ovvero del 15 %.

Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente. Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore. Per le caratteristiche dei materiali costituenti, le proprietà volumetriche e meccaniche della miscela compattata in laboratorio non conformi a quelle richieste, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato bituminoso. Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

#### **Art.5.6 Semilavorati - Conglomerato bituminoso tipo binder a caldo con bitume modificato**

Il conglomerato bituminoso con bitume modificato è costituito da una miscela di inerti vergini (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido modificato con polimeri in impianti di tipo fisso automatizzati.

Il conglomerato bituminoso per i vari strati è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

##### **Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo.

Essi risultano composti dall'insieme di aggregati grossi, aggregati fini e filler che può provenire dalla frazione fina o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso ( $D > 4 \text{ mm}$ ;  $d \geq 1 \text{ mm}$ ) potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	[%]	$\leq 30$	LA30
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	[%]	$\geq 80$	C80/0
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	$\leq 1$	f1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	[%]	$\leq 1$	F1
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	[%]	$\leq 30$	FI30
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	[%]	$\leq 2$	WA242



Tabella A.1: aggregato grosso

La designazione dell'aggregato fine ( $D \leq 4$  mm;  $d = 0$  mm) dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	[%]	$\geq 70$	-
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	[%]	$\geq 50$	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	[%]	$\leq 2$	f2

Tabella A.2: aggregato fine

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	-	Non plastico	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	[%]	$38 \div 45$	v38/45
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	[°C]	$8 \div 16$	$\Delta R \& B8/16$

Tabella A.3: filler

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A.1, A.2 ed A.3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

#### *Bitume modificato*

Il modifica del bitume tramite l'introduzione di polimeri permette enormi vantaggi sia dal punto di vista della resistenza meccanica che delle caratteristiche funzionali.

In generale i miglioramenti ottenuti dalla modifica con polimeri del bitume sono: maggiore resistenza alle deformazioni permanenti, maggiore resistenza a rottura, incremento delle proprietà elastiche, maggiore della viscosità del legante alle temperature di servizio, minore suscettibilità termica, maggiore flessibilità alle basse temperature, maggiore coesione alle alte temperature e maggiore resistenza all'acqua e allo spogliamento.

Il legante deve essere costituito da bitume modificato con polimeri elastomerici SBS che ne modificano la struttura fisica e le caratteristiche chimiche e meccaniche.

Come bitume di base saranno utilizzati bitumi con classe di penetrazione 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591.

Le proprietà del bitume ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.

TIPO DI BITUME MODIFICATO			Base 50/70
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[mm · 10 <sup>-1</sup> ]	50 ÷ 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	$\geq 70$
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	$\leq -12$
Viscosità dinamica a 180°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200
Ritorno elastico a 25°, velocità 50 mm/min	UNI EN 13398	[%]	$\geq 80$
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	$\leq 0,5$
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1		
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	$\geq 60$

Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 10
--	-------------	------	------

Tabella A.4: metodi di prova per bitume modificato

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 14023.

#### *Progetto della miscela*

La miscela degli aggregati da adottarsi per la produzione del conglomerato bituminoso per lo strato di binder con bitume modificato, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.5.

La percentuale di bitume modificato, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Per uno spessore dello strato compreso tra 8 e 12 cm si farà riferimento al fuso AC20, mentre per uno spessore dello strato compreso tra 4 e 8 cm si farà riferimento al fuso AC16.

FUSO GRANULOMETRICO		
Tipo di conglomerato bituminoso	AC20	AC16
Apertura setacci UNI [mm]	Passante totale in peso [%]	
32	100	-
22,4	-	100
20	90 ÷ 100	-
16	-	90 ÷ 100
10	56 ÷ 68	73 ÷ 85
4	37 ÷ 48	45 ÷ 56
2	23 ÷ 33	28 ÷ 38
0,5	11 ÷ 17	16 ÷ 24
0,25	6 ÷ 12	11 ÷ 18
0,063	4 ÷ 7	4 ÷ 8
BITUME RIFERITO ALLA MISCELA		
Contenuto di bitume [%]	4 ÷ 5,5	4 ÷ 5,5
I valori del contenuto di bitume sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/p_d$ , dove $p_d$ è la massa volumica media degli aggregati, in $Mg/m^3$ determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.		

Tabella A.5: fuso di progetto e intervallo del contenuto di bitume per strato di binder a bitume modificato

La quantità di bitume modificato di effettivo impiego (contenuto ottimo di bitume modificato) deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo volumetrico tramite compattatore giratorio (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23). Quando non possibile, in alternativa, si potrà utilizzare il metodo Marshall (UNI EN 12697-30, UNI EN 12697-34).

Le miscele bituminose prodotte in laboratorio dovranno essere confezionate in accordo alla UNI EN 12697-35. Per ogni miscela bituminosa prodotta in laboratorio dovrà essere misurata la densità massima secondo la UNI EN 12697-5.

Secondo il metodo volumetrico (Tabella A.6), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N3.

La densità di ogni provino compattato a N3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico).

Il rapporto tra densità geometrica del provino a N3 giri e densità del provino paraffinato a N3 giri sarà usato come fattore correttivo di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (densità corretta). La densità corretta e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti  $V_m$  del provino durante il processo di compattazione.

La verifica della percentuale dei vuoti  $V_m$  calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere fatta a tre livelli di compattazione: N1 (iniziale), N2 (intermedio), N3 (finale).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N2.

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati nella Tabella A.6.

CONDIZIONI DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100 (per AC16)
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	150 (per AC20)
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-35	150 ± 10
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Vuoti $V_m$ a 10 rotazioni (N1)	[%]	UNI EN 12697-8	10 ÷ 14
Vuoti $V_m$ a 120 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
Vuoti nell'aggregato minerale $VMA$ a 120 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 13
Vuoti riempiti di bitume $VFB$ a 120 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
Vuoti $V_m$ a 200 rotazioni (N3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (ITS)	[N/mm <sup>2</sup> ]	UNI EN 12697-23	0,95 ÷ 1,55
Coef. di trazione indiretta <sup>1</sup> a 25°C (CTI)	-	-	≥ 80
Sensibilità all'acqua (ITSR)	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
<sup>1</sup> $CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot dv}$ dove D è il diametro del provino e dv è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella A.6: metodo volumetrico per bitume tradizionale

Nel caso in cui sia adottato il metodo Marshall, la miscela di progetto dovrà verificare i requisiti di Tabella A.7.

CONDIZIONE DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-30	150 ± 10
Energia di compattazione	[n° colpi/faccia]	UNI EN 12697-30	75
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura		Valori richiesti
Vuoti residui $V_m$	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
Stabilità Marshall	[kN]	UNI EN 12697-34	≥ 11
Rigidità Marshall	[kN/mm]	UNI EN 12697-34	3 ÷ 5
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	[%]	UNI EN 12697-34	≤ 25

Tabella A.7: metodo Marshall per bitume tradizionale

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (granulometria di progetto, tipo di bitume, contenuto di bitume) e i parametri volumetrici e meccanici in riferimento ai requisiti della miscela ottima risultante dallo studio di progetto.

### *Formazione, confezione e posa in opera della miscela*

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

In cantiere, il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica (C 60 B 4) per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa come sopra descritta. Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e la sua spruzzatura con emulsione bituminosa come sopra descritta.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 10 cm. e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma, ecc...) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di croste.

L'impianto di confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere collocato di norma ad una distanza minore di 70 km dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, non dovrà risultare inferiore a 140°C.

La stesa del conglomerato bituminoso dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem di almeno 8 tonnellate più un rullo gommato con almeno sette ruote e peso di almeno 12 tonnellate.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 tonnellate per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Prima della realizzazione del binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche.

A seconda che lo strato di supporto sia un misto granulare oppure un conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo contemporaneamente una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella A.9a, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>. È ammesso anche l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio del bitume residuo siano gli stessi. Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9a.

EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 5				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	[%]	45 ± 1	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	[%]	55 ± 1	4
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	120 ÷ 180	5
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[dmm]	≤ 100	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	> 30	-

Tabella A.9a: caratteristiche emulsione bituminosa per mano di ancoraggio

Si definisce mano di attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia. Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione. Prima della stesa della mano di attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti. Nel caso la mano d'attacco venga applicata su uno strato di conglomerato bituminoso di nuova costruzione, il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>. Nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente), l'impresa dovrà provvedere alla presigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di malta bituminosa sigillante o l'applicazione di emulsione bituminosa tamponata con sabbia (almeno un mese prima della realizzazione dello strato nuovo).

In tale caso (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP 4). Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9b.

EMULSIONE BITUMINOSA C 69 BP 4				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	[%]	31 ± 2	-
Contenuto bitume	UNI EN 1428	[%]	69 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 130	4

Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[dmm]	50 ÷ 70	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	> 65	-

Tabella A.9b: caratteristiche emulsione bituminosa per mano di attacco

Tra strato di binder e strato di usura deve essere prevista la mano di attacco con emulsione bituminosa di bitume modificato C65BP4 o C69BP4 garantendo un film di bitume residuo di 0,30 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida in ragione di 0,30 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

Il conglomerato bituminoso verrà steso sul piano finito dello strato sottostante solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ciascun cantiere, la composizione e le caratteristiche meccaniche e volumetriche delle miscele che intende adottare; ciascuna deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Gli attestati di conformità CE dei componenti della miscela devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

La Tabella A.10 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare la qualità del conglomerato bituminoso utilizzato e dei suoi componenti.

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE – strato di binder			
Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti richiesti
Aggregato grosso	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.1
Aggregato fine	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.2
Filler	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.3
Bitume	cisterna	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.4
Conglomerato bituminoso sfuso	vibrofinitrice	giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	% bitume, granulometria aggregati estratti, caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote	pavimentazione	ogni 250 m di fascia di stesa	spessore previsto da progetto, % di vuoti

Tabella A.10: controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso per lo strato di binder

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti o da altro laboratorio indicato dal Committente;
- uno deve restare a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5). Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella A.6) e tre provini a N2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (Tabella A.6). In mancanza del compattatore giratorio, dovranno essere compattati tre provini con compattatore Marshall per la determinazione della percentuale dei vuoti (Tabella A.7) e tre provini per la determinazione della Stabilità e Rigidezza Marshall (Tabella A.7).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà le carote per la verifica degli spessori e dell'efficacia della compattazione in sito (percentuale di vuoti). Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (ITS e CTI). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso o carota. Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

### Penali

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La curva granulometrica riscontrata dopo estrazione di conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto, dovrà rispettare le seguenti tolleranze.

Per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del  $\pm 5 \%$ ; per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 3 \%$ ; al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 1,5 \%$ . Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per la percentuale di bitume, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25 \%$  rispetto al valore dichiarato nello studio di progetto della miscela.

Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $25 \cdot b^2$ ; dove b è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5 %, la detrazione da applicare al prezzo del binder sarà pari a  $25 \cdot (|4,5 - 5| - 0,25)^2$  ovvero 1,6 %.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo successivo (materiale sciolto) moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La detrazione per carenza di spessore sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori. La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore dello strato differisce (in diminuzione) rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7 %. Per esempio, se la differenza è del 10 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del  $(10 - 7) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$ .

Qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7 % non sarà applicata nessuna detrazione. Se invece la differenza raggiungerà il 25 %, la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso.

Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3.

Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $2 \cdot s + s^2$ ; dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare al prezzo di aggiudicazione dei lavori sarà pari a  $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$  ovvero del 15 %. Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m. posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente.

Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm. al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Per le caratteristiche dei materiali costituenti, le proprietà volumetriche e meccaniche della miscela compattata in laboratorio non conformi a quelle richieste, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato bituminoso. Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

## Art.5.7 Semilavorati - Tappeto di usura tradizionale a caldo di 1 ^ categoria

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

Il tappeto di 1a categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi di natura non carbonatica aventi elevata resistenza alla frammentazione ( $LA \geq 23$ ) ed alla levigabilità ( $PSV \geq 42$ ).

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

### Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	$\leq 23$	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100 %	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 1\%$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1\%$	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	$\leq 20$	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	$\leq 2\%$	WA <sub>242</sub>
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	$\geq 42$	PSV <sub>42</sub>

Tabella A.1

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima  $D = 4$  mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2. Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità  $PSV \geq 42$  il trattenuto allo staccio 2 mm non deve superare il 20 %

AGGREGATO FINE			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$\geq 70\%$	-
Quantità di frantumato		$\geq 50\%$	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	$\leq 5\%$	f <sub>5</sub>

Tabella A.2

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.



La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler compatto secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Tabella A.3

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso.

Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore). Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR N°380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevederà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### *Legante*

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.

TIPO DI BITUME			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[mm · 10 <sup>-1</sup> ]	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 8	≤ -10
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	50 ÷ 200
Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella A.4

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### *Additivi*

Nei tappeti di usura, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle A.1, A.6 e A.7). In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche

stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare alla Direzione Lavori, un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

#### Miscela

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.5. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Serie setacci ISO		STRATO D'USURA		
	mm	AC 12	AC 10	AC 8
Staccio	20.0	100	-	-
Staccio	14	-	100	-
Staccio	12.0	90-100	-	100
Staccio	10.0	-	90-100	-
Staccio	8.0	72-84	75-87	90-100
Staccio	6.3	-	-	75-88
Staccio	4.0	44-55	44-58	53-66
Staccio	2.0	26-36	26-36	30-43
Staccio	0.5	14-20	14-20	17-25
Staccio	0.25	10-15	10-15	11-17
Staccio	0.063	6-10	6-10	6-10
Contenuto di legante B (%)		4,7 – 5,6	4,8 – 5,7	4,9 – 5,8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\square d$ , dove $\square d$ , è la massa volumica media degli aggregati, in mg/mc, determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.				

Tabella A.5.

La quantità di bitume di effettivo impiego (contenuto ottimo di bitume) deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo volumetrico tramite compattatore giratorio (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23). Quando non possibile, in alternativa, si potrà utilizzare il metodo Marshall (UNI EN 12697-30, UNI EN 12697-34).

Le miscele bituminose prodotte in laboratorio dovranno essere confezionate in accordo alla UNI EN 12697-35. Per ogni miscela bituminosa prodotta in laboratorio dovrà essere misurata la densità massima secondo la UNI EN 12697-5.

Secondo il metodo volumetrico (Tabella A.6), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N3. La densità di ogni provino compattato a N3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico). Il rapporto tra densità geometrica del provino a N3 giri e densità del provino paraffinato a N3 giri sarà usato come fattore correttivo di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (densità corretta). La densità corretta e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti  $V_m$  del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti  $V_m$  calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N1 (iniziale), N2 (intermedio), N3 (finale).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N2.

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati nella Tabella A.6.

CONDIZIONI DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti

Angolo di rotazione	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-35	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	140 ± 10
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Vuoti $V_m$ a 10 rotazioni (N1)	[%]	UNI EN 12697-8	10 ÷ 14
Vuoti $V_m$ a 100 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
Vuoti nell'aggregato minerale $VMA$ a 100 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 13
Vuoti riempiti di bitume $VFB$ a 100 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
Vuoti $V_m$ a 180 rotazioni (N3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C ( $ITS$ )	[N/mm <sup>2</sup> ]	UNI EN 12697-23	0.75 ÷ 1.35
Coef. di trazione indiretta <sup>1</sup> a 25°C (CTI)	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua ( $ITSR$ )	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
<sup>1</sup> $CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot dv}$ dove D è il diametro del provino e dv è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella A.6

Nel caso in cui sia adottato il metodo Marshall, la miscela di progetto dovrà verificare i requisiti di Tabella A.7.

CONDIZIONE DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-30	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-30	140 ± 10
Energia di compattazione	[n° colpi/faccia]	UNI EN 12697-30	75
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura		Valori richiesti
Vuoti residui $V_m$	[%]	UNI EN 12697-8	4 ÷ 6
Stabilità Marshall	[kN]	UNI EN 12697-34	> 10
Rigidezza Marshall	[kN/mm]	UNI EN 12697-34	3 ÷ 4,5
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	[%]	UNI EN 12697-34	≤ 25

Tabella A.7

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (granulometria di progetto, tipo di bitume, contenuto di bitume) e i parametri volumetrici e meccanici in riferimento ai requisiti della miscela ottima risultante dallo studio di progetto.

*Formazione, confezione e posa in opera della miscela*

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere

spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

In cantiere, il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due vibrofinitrici.

Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica (C 60 B 4) per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa come sopra descritta. Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e la sua spruzzatura con emulsione bituminosa come sopra descritta.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma, ecc...) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di croste.

L'impianto di confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere collocato di norma ad una distanza minore di 70 km dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, non dovrà risultare inferiore a 140°C.

La stesa del conglomerato bituminoso dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem da 8 tonnellate. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 tonnellate per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche. Si definisce mano di attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia. Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Prima della stesa della mano di attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su uno strato di conglomerato bituminoso di nuova costruzione, il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>.

Nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente), l'impresa dovrà provvedere alla presigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di malta bituminosa sigillante o l'applicazione di emulsione bituminosa tamponata con sabbia (almeno un mese prima della realizzazione dello strato nuovo). In tale caso (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP 4). Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9b.

EMULSIONE BITUMINOSA C 69 BP 4				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	[%]	31 ± 2	-
Contenuto bitume	UNI EN 1428	[%]	69 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 130	4
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[dmm]	50 ÷ 70	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	> 65	-

Tabella A.9b: caratteristiche emulsione bituminosa per mano di attacco

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida in ragione di 0,30 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

Il conglomerato bituminoso verrà steso sul piano finito dello strato sottostante solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ciascun cantiere, la composizione e le caratteristiche meccaniche e volumetriche delle miscele che intende adottare; ciascuna deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Gli attestati di conformità CE dei componenti della miscela devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

La Tabella A.10 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare la qualità del conglomerato bituminoso utilizzato e dei suoi componenti.

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE – strato di usura			
Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti richiesti
Aggregato grosso	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.1
Aggregato fine	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.2

Filler	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.3
Bitume	cisterna	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.4
Conglomerato bituminoso sfuso	vibrofinitrice	giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	% bitume, granulometria aggregati estratti, caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote	pavimentazione	ogni 250 m di fascia di stesa	spessore previsto da progetto, % di vuoti
Pavimentazione	pavimentazione	ogni 250 m di fascia di stesa	BPN > 60

Tabella A.10: controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso per lo strato di binder

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti o da altro laboratorio indicato dal Committente;
- uno deve restare a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5). Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella A.6) e tre provini a N2 giri per la verifica dei valori *ITS* e *CTI* (Tabella A.6). In mancanza del compattatore giratorio, dovranno essere compattati tre provini con compattatore Marshall per la determinazione della percentuale dei vuoti (Tabella A.7) e tre provini per la determinazione della Stabilità e Rigidezza Marshall (Tabella A.7).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà le carote per la verifica degli spessori e dell'efficacia della compattazione in sito (percentuale di vuoti). Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso o carota. Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

#### Penali

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La curva granulometrica riscontrata dopo estrazione di conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto, dovrà rispettare le seguenti tolleranze.

Per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del  $\pm 5\%$ ; per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 3\%$ ; al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 1,5\%$ . Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per la percentuale di bitume, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$  rispetto al valore dichiarato nello studio di progetto della miscela.

Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $25 \cdot b^2$ ; dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5 %, la detrazione da applicare al prezzo del binder sarà pari a  $25 \cdot (|4,5 - 5| - 0,25)^2$  ovvero 1,6 %.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo successivo (materiale sciolto) moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La detrazione per carenza di spessore sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori. La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore dello strato differisce (in diminuzione)

rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7 %. Per esempio, se la differenza è del 10 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del  $(10 - 7) \cdot 3 \cdot 100 = 9 \%$ .

Qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7 % non sarà applicata nessuna detrazione. Se invece la differenza raggiungerà il 25 %, la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso.

Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3.

Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $2 \cdot s + s^2$ ; dove s è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare al prezzo di aggiudicazione dei lavori sarà pari a  $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$  ovvero del 15 %. Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente.

Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4.

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura. Per le caratteristiche dei materiali costituenti, le proprietà volumetriche e meccaniche della miscela compattata in laboratorio non conformi a quelle richieste, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

## **Art.5.8 Semilavorati - Tappeto di usura pigmentato per pavimentazioni speciali**

Il tappeto di usura pigmentato a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a massa o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, pigmenti e additivi.

Il tappeto di 1<sup>a</sup> categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi di natura non carbonatica aventi elevata resistenza alla frammentazione ( $LA \geq 23$ ) ed alla levigabilità ( $PSV \geq 42$ ).

Le miscele impiegate dovranno essere qualificate in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

### **Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043. L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

Soddisfatti i requisiti geometrici e fisici, saranno preferibili aggregati di colorazione tendente al rosso.

AGGREGATO GROSSO			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	$\leq 23$	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100 %	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 1\%$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1\%$	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	$\leq 20$	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	$\leq 2\%$	WA <sub>242</sub>
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	$\geq 42$	PSV <sub>42</sub>

Tabella A.1

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2.

Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV  $\geq 42$  il trattenuto allo staccio 2 mm non deve superare il 20 %.

AGGREGATO FINE			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	$\geq 70\%$	-
Quantità di frantumato		$\geq 50\%$	-
Passante allo staccio 0.063 mm	UNI EN 933-1	$\leq 5\%$	f <sub>5</sub>

Tabella A.2

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista della norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

FILLER			
Parametro	Metodo di prova	Valori richiesti	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	non plastico	-
Porosità del filler compatto secco (Rigden)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	8-16 °C	$\Delta_{R\&B}$ 8/16

Tabella A.3

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso.

Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).



Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevederà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### *Legante*

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591.

La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate.

Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella Tabella A.4.

TIPO DI BITUME			50/70	70/100
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[mm · 10 <sup>-1</sup> ]	50 ÷ 70	70 ÷ 100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	46 ÷ 54	43 ÷ 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	[°C]	≤ - 8	≤ -10
Viscosità dinamica 160°C	UNI EN 13302	[mPa · s]	50 ÷ 200	50 ÷ 200
Solubilità	UNI EN 12592	[%]	≥ 99	≥ 99
Resistenza all'invecchiamento RTFOT	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	[%]	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	[%]	≥ 50	≥ 46
Variazione della temperatura di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	≤ 11	≤ 11

Tabella A.4

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

#### *Additivi*

Nei tappeti di usura, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle A.1, A.6 e A.7).

In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare alla Direzione Lavori, un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

#### *Pigmenti*

I pigmenti usati nella preparazione dei conglomerati bituminosi dovranno permettere una colorazione rossa del prodotto finale. I pigmenti dovranno avere temperatura di fusione compresa tra gli 80 e 110 °C.

Il dosaggio dei pigmenti sarà compreso tra il 2 e il 6 % sul peso degli inerti in funzione della tonalità richiesta.

#### *Miscela*

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati (escluso l'apporto del pigmento) da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella A.5. La percentuale di legante, riferita alla massa della miscela, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Serie setacci ISO		STRATO D'USURA		
	mm	AC 12	AC 10	AC 8
Staccio	20.0	100	-	-
Staccio	14	-	100	-
Staccio	12.0	90-100	-	100
Staccio	10.0	-	90-100	-
Staccio	8.0	72-84	75-87	90-100
Staccio	6.3	-	-	75-88
Staccio	4.0	44-55	44-58	53-66
Staccio	2.0	26-36	26-36	30-43
Staccio	0.5	14-20	14-20	17-25
Staccio	0.25	10-15	10-15	11-17
Staccio	0.063	6-10	6-10	6-10
Contenuto di legante B (%)		4,7 – 5,6	4,8 – 5,7	4,9 – 5,8
I valori del contenuto di legante sono riferiti alla massa della miscela. Tali valori devono essere, di volta in volta, adeguati agli aggregati utilizzati moltiplicandoli per il fattore: $a = 2650/\square d$ , dove $\square d$ , è la massa volumica media degli aggregati, in mg/mc, determinata secondo la norma UNI EN 1097-6.				

Tabella A.5

La quantità di bitume di effettivo impiego (contenuto ottimo di bitume) deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo volumetrico tramite compattatore giratorio (UNI EN 12697-31, UNI EN 12697-23).

Quando non possibile, in alternativa, si potrà utilizzare il metodo Marshall (UNI EN 12697-30, UNI EN 12697-34).

Le miscele bituminose prodotte in laboratorio dovranno essere confezionate in accordo alla UNI EN 12697-35. Per ogni miscela bituminosa prodotta in laboratorio dovrà essere misurata la densità massima secondo la UNI EN 12697-5.

Secondo il metodo volumetrico (Tabella A.6), i provini devono essere compattati mediante compattatore giratorio ad un numero di giri totali N3.

La densità di ogni provino compattato a N3 giri dovrà essere misurata secondo quanto stabilito dalla UNI EN 12697-6 procedura C (massa volumica apparente, provino sigillato) e procedura D (massa volumica apparente con metodo geometrico).

Il rapporto tra densità geometrica del provino a N3 giri e densità del provino paraffinato a N3 giri sarà usato come fattore correttivo di tutte le densità geometriche registrate durante il processo di compattazione (densità corretta). La densità corretta e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5) saranno usate per il calcolo dei vuoti Vm del provino durante il processo di compattazione. La verifica della percentuale dei vuoti Vm calcolati secondo la UNI EN 12697-8 dovrà essere eseguita a tre livelli di compattazione: N1 (iniziale), N2 (intermedio), N3 (finale).

I vuoti nell'aggregato minerale VMA e i vuoti riempiti di bitume VFB dovranno essere calcolati secondo la UNI EN 12697-8 in riferimento al livello di compattazione N2.

La miscela di progetto dovrà verificare i requisiti volumetrici e meccanici riportati nella Tabella A.6.

CONDIZIONI DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Angolo di rotazione	[°]	UNI EN 12697-31	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	[rotazioni/min]	UNI EN 12697-31	30
Pressione verticale	[kPa]	UNI EN 12697-31	600
Diametro della fustella	[mm]	UNI EN 12697-31	100
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-35	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-35	140 ± 10
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			

Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Vuoti $V_m$ a 10 rotazioni (N1)	[%]	UNI EN 12697-8	10 ÷ 14
Vuoti $V_m$ a 100 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	3 ÷ 6
Vuoti nell'aggregato minerale $VMA$ a 100 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	> 13
Vuoti riempiti di bitume $VFB$ a 100 rotazioni (N2)	[%]	UNI EN 12697-8	65 ÷ 80
Vuoti $V_m$ a 180 rotazioni (N3)	[%]	UNI EN 12697-8	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C ( $ITS$ )	[N/mm <sup>2</sup> ]	UNI EN 12697-23	0.75 ÷ 1.35
Coef. di trazione indiretta <sup>1</sup> a 25°C (CTI)	-	-	≥ 70
Sensibilità all'acqua ( $ITSR$ )	[%]	UNI EN 12697-12	≥ 80
<sup>1</sup> $CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot d_v}$ dove D è il diametro del provino e $d_v$ è lo schiacciamento verticale registrato in corrispondenza del carico massimo			

Tabella A.6

Nel caso in cui sia adottato il metodo Marshall, la miscela di progetto dovrà verificare i requisiti di Tabella A.7.

CONDIZIONE DI COMPATTAZIONE			
Parametro	Unità di misura	Normativa di riferimento	Valori richiesti
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 50/70)	[°C]	UNI EN 12697-30	150 ± 10
Temperatura di compattazione (conglomerato bituminoso con bitume 70/100)	[°C]	UNI EN 12697-30	140 ± 10
Energia di compattazione	[n° colpi/faccia]	UNI EN 12697-30	75
PROPRIETÀ VOLUMETRICHE E MECCANICHE			
Parametro	Unità di misura		Valori richiesti
Vuoti residui $V_m$	[%]	UNI EN 12697-8	4 ÷ 6
Stabilità Marshall	[kN]	UNI EN 12697-34	> 10
Rigidezza Marshall	[kN/mm]	UNI EN 12697-34	3 ÷ 4,5
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	[%]	UNI EN 12697-34	≤ 25

Tabella A.7

Il produttore dovrà dichiarare la composizione tipica (granulometria di progetto, tipo di bitume, contenuto di bitume) e i parametri volumetrici e meccanici in riferimento ai requisiti della miscela ottima risultante dallo studio di progetto. Il produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori un campione della miscela compattato in lastra 30 × 30 × 4 cm<sup>3</sup> per apprezzarne il valore estetico.

#### *Formazione, confezione e posa in opera della miscela*

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che di eventuali additivi.

La produzione di conglomerato bituminoso pigmentato rosso dovrà essere eseguita senza alcuna modifica dell'impianto, della tecnica di lavorazione e delle macchine di posa in opera. Si suggerisce l'utilizzo del carbonato di calcio come filler d'apporto nel mix design e, per ottenere la massima resa del prodotto, sono consigliate temperature moderate di produzione ( $\leq 150^{\circ}\text{C}$ ). Il pigmento sarà inserito nel mescolatore dopo che gli aggregati saranno ricoperti da bitume (circa 10 s dopo l'inserimento del bitume). L'effetto cromatico può variare in funzione del materiale e della metodologia di lavorazione: si consiglia di eseguire sempre una prova industriale prima della produzione.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente scelta per evitare la contaminazione da sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di miscelazione sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra  $160$  e  $180^{\circ}\text{C}$  e quella del legante tra  $150$  e  $180^{\circ}\text{C}$  salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo  $0,5\%$  in peso.

In cantiere, il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni, esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due vibrofinitrici. Qualora ciò non fosse possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa cationica (C 60 B 4) per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale (rettifica) con idonea attrezzatura e ad una successiva spruzzatura di emulsione bituminosa come sopra descritta. Nel caso in cui il nuovo strato vada in adiacenza ad uno strato esistente, prima della stesa si dovrà provvedere alla rettifica del bordo dello strato esistente e la sua spruzzatura con emulsione bituminosa come sopra descritta.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sovrapposti sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino tra loro sfalsati di almeno  $10\text{ cm}$  e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dai veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio gomma, ecc...) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie viabile con elevate caratteristiche di planarità.

Il trasporto del conglomerato bituminoso dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di croste.

L'impianto di confezionamento del conglomerato bituminoso dovrà essere collocato di norma ad una distanza minore di  $70\text{ km}$  dalla zona di stesa.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la vibrofinitrice, non dovrà risultare inferiore a  $140^{\circ}\text{C}$ .

La stesa del conglomerato bituminoso dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato con un rullo vibrante tandem da  $8\text{ tonnellate}$ . Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di  $10\text{ tonnellate}$  per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Si avrà inoltre cura che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

Prima della realizzazione dello strato di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di una emulsione bituminosa aventi caratteristiche specifiche.

Si definisce mano di attacco un'emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato in conglomerato bituminoso. Lo scopo della mano d'attacco è di evitare possibili scorrimenti relativi tra i due strati in successione, aumentando l'adesione all'interfaccia. Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Prima della stesa della mano di attacco l'impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti.

Nel caso la mano d'attacco venga applicata su uno strato di conglomerato bituminoso di nuova costruzione, il dosaggio dell'emulsione bituminosa deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>. Nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente), l'impresa dovrà provvedere alla presigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di malta bituminosa sigillante o l'applicazione di emulsione bituminosa tamponata con sabbia (almeno un mese prima della realizzazione dello strato nuovo). In tale caso (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo. Nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP 4). Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella A.9b.

EMULSIONE BITUMINOSA C 69 BP 4				
Parametro	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti	Classe UNI EN 13808
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	[%]	31 ± 2	-
Contenuto bitume	UNI EN 1428	[%]	69 ± 2	8
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	[%]	≤ 10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	-	70 ÷ 130	4
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	[dmm]	50 ÷ 70	-
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	[°C]	> 65	-

Tabella A.9b: caratteristiche emulsione bituminosa per mano di attacco

Nel caso di doppi strati, la sovrapposizione dovrà avvenire nel minor tempo possibile, comunque nell'arco delle 24 ore successive, altrimenti sarà necessario applicare una mano di attacco di emulsione bituminosa rapida in ragione di 0,30 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

Il conglomerato bituminoso verrà steso sul piano finito dello strato sottostante solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza del piano di posa ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

#### Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e sulla superficie dello strato per verificarne le caratteristiche di accettabilità.

L'impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ciascun cantiere, la composizione e le caratteristiche meccaniche e volumetriche delle miscele che intende adottare; ciascuna deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati. Gli attestati di conformità CE dei componenti della miscela devono essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori. Una volta accettato dalla Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

La Tabella A.10 mostra il tipo di campione, l'ubicazione, la frequenza dei prelievi e le prove che si devono eseguire per controllare la qualità del conglomerato bituminoso utilizzato e dei suoi componenti.

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE – strato di usura			
Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove	Requisiti richiesti
Aggregato grosso	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.1
Aggregato fine	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.2
Filler	impianto	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.3
Bitume	cisterna	settimanale o ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Tabella A.4

Conglomerato bituminoso sfuso	vibrofinitrice	giornaliera o ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa	% bitume, granulometria aggregati estratti, caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote	pavimentazione	ogni 250 m di fascia di stesa	spessore previsto da progetto, % di vuoti

  

Pavimentazione	pavimentazione	ogni 250 m di fascia di stesa	BPN > 60
----------------	----------------	-------------------------------	----------

Tabella A.10: controlli da eseguire per il conglomerato bituminoso per lo strato di binder

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni:

- uno utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti o da altro laboratorio indicato dal Committente;
- uno deve restare a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per ogni campione di conglomerato bituminoso sfuso vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la densità massima teorica (UNI EN 12697-5).

Con lo stesso materiale dovranno essere compattati tre provini con compattatore giratorio a N3 giri per le verifiche volumetriche (Tabella A.6) e tre provini a N2 giri per la verifica dei valori ITS e CTI (Tabella A.6). In mancanza del compattatore giratorio, dovranno essere compattati tre provini con compattatore Marshall per la determinazione della percentuale dei vuoti (Tabella A.7) e tre provini per la determinazione della Stabilità e Rigidezza Marshall (Tabella A.7).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà le carote per la verifica degli spessori e dell'efficacia della compattazione in sito (percentuale di vuoti). Carote aggiuntive potranno essere prelevate a discrezione della Direzione Lavori per eventuali prove meccaniche (*ITS* e *CTI*). La percentuale di vuoti verrà determinata sulla base della densità massima teorica (calcolata o misurata) sul più vicino campionamento di conglomerato bituminoso sfuso o carota.

Lo spessore dello strato viene determinato facendo la media delle quattro altezze relative a due diametri ortogonali della circonferenza delle carote estratte.

#### Penali

Per i materiali costituenti, le caratteristiche compositive, volumetriche e meccaniche della miscela e delle carote estratte, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La curva granulometrica riscontrata dopo estrazione di conglomerato bituminoso sciolto, in riferimento alla curva granulometrica di progetto, dovrà rispettare le seguenti tolleranze.

Per dimensione superiore o uguale a 4 mm si applica una tolleranza del  $\pm 5\%$ ; per dimensioni comprese tra 4 e 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 3\%$ ; al passante al setaccio 0,063 mm si applica una tolleranza del  $\pm 1,5\%$ . Nel caso di non conformità la Direzione Lavori valuterà l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Per la percentuale di bitume, determinata da campioni relativi ai prelievi di conglomerato bituminoso sfuso, è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$  rispetto al valore dichiarato nello studio di progetto della miscela.

Per carenze nel contenuto di bitume riscontrato verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $25 \cdot b^2$ , dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di bitume (arrotondata allo 0,1 %) dal valore previsto nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,25 %. Per esempio, se il contenuto di bitume riscontrato da estrazione è del 4,5 % e quello dichiarato da studio di progetto è del 5 %, la detrazione da applicare al prezzo del binder sarà pari a  $25 \cdot (|4,5 - 5| - 0,25)^2$  ovvero 1,6 %.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dal prelievo (materiale sciolto) precedente e la metà della distanza dal prelievo successivo (materiale sciolto) moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La detrazione per carenza di spessore sarà applicata in punti percentuali sul prezzo di aggiudicazione lavori. La detrazione corrisponderà a tre volte i punti percentuali di cui lo spessore dello strato differisce (in diminuzione) rispetto ai valori di progetto ammettendo una tolleranza massima del 7 %. Per esempio, se la differenza è del 10 % rispetto al valore di progetto, la penale sarà del  $(10 - 7) \cdot 3 \cdot 100 = 9\%$ .

Qualora la differenza fosse inferiore o uguale al 7 % non sarà applicata nessuna detrazione. Se invece la differenza raggiungerà il 25 %, la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

In alternativa alla rimozione e ricostruzione, la Direzione Lavori potrà autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) di spessore tale da consentire il raggiungimento lo spessore totale atteso.

Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder o tipo tappeto di usura che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3.

Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo. La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

Per valori dei vuoti determinati sulle carote superiori al 8 % verrà applicata una detrazione percentuale al prezzo di aggiudicazione lavori del binder pari a  $2 \cdot s + s^2$ ; dove  $s$  è lo scostamento (eccedenza) dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite del 8 %. Per esempio se la percentuale dei vuoti rilevati dalla carota estratta è del 11 %, la detrazione da applicare al prezzo di aggiudicazione dei lavori sarà pari a  $2 \cdot (11 - 8) + (11 - 8)^2$  ovvero del 15 %. Per valori dei vuoti superiori al 12 % la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

La superficie a cui applicare la detrazione sarà calcolata considerando la lunghezza compresa tra la metà della distanza dalla carota precedente e la metà della distanza dalla carota successiva moltiplicato per la larghezza dell'intervento.

La superficie dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente.

Sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm al di sopra del quale la Direzione Lavori potrà richiedere il rifacimento dello strato a completa cura e spese dell'Appaltatore.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4.

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per le caratteristiche dei materiali costituenti, le proprietà volumetriche e meccaniche della miscela compattata in laboratorio non conformi a quelle richieste, la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato bituminoso.

Salvo casi particolari che andranno giudicati dalla Direzione Lavori, le penali precedentemente indicate sono cumulabili, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

### **Art.5.9 Semilavorati - Microtappeti a freddo tipo "slurry-seal" (macro-seal)**

Il microtappeto tipo "slurry seals" è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

L'impiego di macroseal deve essere previsto al fine di ripristinare una condizione di aderenza accettabile su tappeti con  $CAT < 45$  o in particolari tratti ad elevata pericolosità (curve con raggi di curvatura piccoli, tratti in forte pendenza e /o tratte ad elevata incidentalità).

Per una sufficiente durata del macroseal (per durata si intende un mantenimento della superficie continuo senza "chiazze" o zone di espiazione della graniglia soprattutto sulla battuta dei pneumatici) è necessario avere un supporto (a meno di effettuare una rasatura) sufficientemente sano, cioè privo di lesioni, ragnatele o sfondamenti.

La malta è formata da una miscela di inerti basaltici particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con una apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

#### ***Inerti***

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (Norma UNI EN 1097-2), minore del 18% e non superiore al 16% per la massima pezzatura; inoltre resistenza alla levigatezza PSV determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 44 (UNI EN 1097-8). L'indice di appiattimento (UNI EN 933-3) dovrà essere inferiore a 15%.

In caso di impiego di altri materiali (scorie, loppe, cromiti ecc) la Direzione Lavori si dovrà esprimere circa la fattibilità del lavoro.

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere alla prova Los Angeles, (Norma UNI EN 1097-2), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due dovrà essere maggiore od uguale all'80% (UNI EN 933-8).

#### *Additivi*

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325); gli additivi impiegati dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%

setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%

setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%

indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): NP

palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1):  $\Delta R \& B > 5\%$

#### *Miscele*

La miscela dovrà avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di:

setacci UNI-EN	passante totale in peso %
	spessore 6-7 mm
setaccio 8	100
setaccio 4	50-80
setaccio 2	30-55
setaccio 0.25	12-24
setaccio 0,125	8-18
setaccio 0,063	5-10

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la Direzione Lavori.

#### *Malta bituminosa*

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione di bitume modificato al 60% a rottura controllata (C60BP5), modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione opportunamente formulata per l'impiego.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà impiegare bitume di tipo 50/70 o 70/100. L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla Direzione Lavori.

I requisiti richiesti dal bitume elastomerizzato (residuo della distillazione) dovranno essere i seguenti:

- Penetrazione a 25°C	dmm	50-100	UNI EN 1426
- Punto di rammollimento	°C	> 60	UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	°C	< -15	UNI EN 12593
Ritorno elastico	%	> 50	UNI EN 13398

Dovranno essere impiegati additivi (es. dopes) complessi ed anche, se necessario cemento, per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

#### *Composizione e dosaggi della miscela*

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo	mm.6
Dosaggio della malta	kg/mq.8-20
Dimensione max inerti	mm.8
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo, in peso sugli inerti	% 6,0-9,0



## *Acqua*

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

### *Confezionamento e posa in opera:*

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- serbatoio dell'emulsione bituminosa;
- tramoggia degli aggregati lapidei;
- tramoggia del filler;
- dosatore degli aggregati lapidei;
- nastro trasportatore;
- spruzzatore dell'emulsione bituminosa;
- spruzzatore dell'acqua;
- mescolatore;
- stenditore a carter.

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità di avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore;
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo;
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità;
- aggiunta dell'emulsione bituminosa;
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto;
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter;
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o a mezzo di mezzi meccanici, tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi, a giudizio della Direzione Lavori, dovrà procedersi ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione dello "Slurry-seal" a mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 kg di sabbia per 1 m<sup>2</sup> di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa lo "Slurry-seal" dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

Deve inoltre presentare sufficiente macrotestitura da verificare ogni 100 m di stesa (HS > 0,50; BPN > 60).

Le misure di HS in continuo devono essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 90° ed il 120° giorno dall'apertura al traffico. Qualora il valore medio di BPN, e di HS, per ciascuna tratta omogenea valori prescritti, il trattamento superficiale viene penalizzato del 15% del suo costo.

Nei casi in cui il valore medio di BPN o di HS sia inferiore o uguale rispettivamente a 0,40 e 0,30 mm, l'Impresa è tenuta a sue spese ad eseguire l'asportazione completa del microtappeto a freddo e al rifacimento dello stesso.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento.

La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

L'apertura al traffico deve avvenire in modo graduale (tenendo bassa la velocità dei veicoli alla prima apertura) e dopo un tempo sufficiente per la completa rottura dell'emulsione.

Per la lavorazione la temperatura minima dell'aria è di 15°C ed è assolutamente vietata in caso di pioggia o di supporto bagnato o umido.

La produzione o la posa in opera dello "Slurry-seal" dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 15°C ed in caso di pioggia.

### **Art.5.10 Semilavorati - Trattamento superficiale bituminoso a freddo**

Il trattamento superficiale bituminoso a freddo viene eseguito mediante impregnazione con emulsione di sabbia e calce in unica fase, consistente in:

- stesa, previa pulizia, del piano da trattare con una mano di emulsione bituminosa acida al 60% di bitume puro in ragione di 2,00 Kg/mq. (emulsione a rottura rapida) per impermeabilizzazione sede stradale, contemporaneo spargimento di calce e/o sabbia della pezzatura da mm 0 a 4, proveniente dalla frantumazione meccanica di roccia dura, con percentuale di filler dal 10% al 15%, stesa a saturare le fessure presenti sulla pavimentazione con dosaggio in ragione di 1,00 Kg/mq. circa;
- rimozione della sabbia in eccesso con mezzo meccanico dotato di spazzolone fino ad avere una superficie pulita (eseguita dopo diverse ore a seconda della emulsione e sabbia usati);
- chiusura di buche con conglomerato bituminoso tipo tappetino 0/6 o 0/8 a mano o con mezzo meccanico facendo attenzione a non rimuovere lo strato superficiale precedentemente trattato;

Il trattamento è di norma eseguito su superfici stradali che presentano fessurazioni e "pelle di coccodrillo", che pertanto soggette a notevoli infiltrazioni d'acqua.

L'esecuzione dei lavori inizia con la perfetta pulitura della superficie da trattare, e con la profilatura dei bordi strada a favorire il regolare deflusso delle acque meteoriche.

Di seguito si procede con autobotte a spargere emulsione bituminosa cationica al 60%, per circa 2 Kg/mq., a rottura rapida, e sabbia o calce per la sigillatura delle fessurazioni. La stesa di sabbia e/o calce deve essere eseguita a mano o con adeguato mezzo tipo spandigraniglia.

Dopo che l'emulsione bituminosa ha perso per evaporazione l'acqua (rottura) si procede all'eventuale rimozione dell'inerte in eccesso, alla chiusura delle buche a mano con conglomerato bituminoso tipo tappetino 0/6 o 0/8 per permettere il livellamento ottimale della strada.

Di seguito, previa stesa di mano d'attacco, si comincia la stesa del conglomerato bituminoso, nelle modalità e quantità previste in sede di progetto.

### **Art.5.11 Semilavorati - Pavimentazione di strade sterrate in tre mani**

La pavimentazione di strade non asfaltate mediante trattamento di impregnazione con emulsione bituminosa, viene eseguita, previa bagnatura del piano da trattare, con stesa contemporanea in tre mani, come di seguito descritta:

prima mano di emulsione a lenta rottura al 55% di bitume in ragione non inferiore a 2,5 kg/m<sup>2</sup> e del pietrischetto 8-12 in ragione di 15 l/m<sup>2</sup> e successiva rullatura;

seconda mano di emulsione cationica al 70% di bitume 80-100 in ragione non inferiore a 1,5 kg/m<sup>2</sup> e del pietrischetto 8-12 in ragione di 10 l/m<sup>2</sup> e successiva rullatura;

terza mano di emulsione cationica al 70% di bitume 80-100 in ragione non inferiore a 1,5 kg/m<sup>2</sup> e del pietrischetto 4-8 in ragione di 5 l/m<sup>2</sup> e successiva rullatura finale di assestamento.

### **Art.5.12 Semilavorati - Cordonata in conglomerato cementizio**

Ai bordi tra carreggiata di transito e l'eventuale banchina centrale spartitraffico verranno costruite delle cordonate in elementi prefabbricati in calcestruzzo:

- gli elementi avranno sezione indicata dalla Direzione Lavori;
- gli elementi saranno di norma lunghi cm. 100 salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori. I due bordi superiori saranno arrotondati con raggio di 1 cm.

Il calcestruzzo sarà dosato a 3,5 q.li di cemento tipo 325 per mc. di calcestruzzo finito, con la osservanza, nella sua confezione, delle norme di cui all'articolo del presente Capitolato. L'assortimento degli inerti varierà con curva regolare da mm. 20 a 0.

La resistenza minima a flessione a 28 giorni dovrà risultare non inferiore ai Kg. 40/cm<sup>2</sup>.

Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo dosato a 2 q.li di cemento tipo 325 per mc. di calcestruzzo finito. I cordoli verranno rinfiacati per tutta la loro lunghezza, sul fianco rivolto verso l'interno della banchina spartitraffico con il calcestruzzo di allettamento, ed il rinfiacco giungerà, con scarpa a 45°, sino a 9 cm. dal bordo superiore della cordonata. Il vano risultante dal taglio della pavimentazione e compreso tra la pavimentazione stessa ed il cordolo, verrà intasato con conglomerato bituminoso o pietrischetto bitumato di miscela prescritta dalla Direzione Lavori, fortemente costipato con pestello, e tale da garantire l'assoluta continuità fra pavimentazione e cordonata. Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm. 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg. di cemento tipo 325 per mc. di sabbia. In corrispondenza degli scambi di carreggiata le cordonate a cuspidi di delimitazione della zona di transito, verranno realizzate di getto secondo i disegni e le prescrizioni che verranno fornite dalla Direzione Lavori.

#### **Art.5.13 Semilavorati - Sistemazione con terreno delle aiuole spartitraffico**

Le aiuole spartitraffico contenute fra i cordoli di delimitazione di carreggiata, verranno sistemate con una coltre vegetativa, ottenuta con terreno avente caratteristiche fisiche e chimiche tali da garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di prato stabile. Il terreno sarà sagomato secondo i disegni, e potrà provenire dallo scavo di scoticamento ovvero, in difetto di questo, da idonea cava di prestito.

#### **Art.5.14 Semilavorati - Pietrame e ciottolame per drenaggi in opera**

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame e ciottoli da collocarsi in opera su terreni ben costipati al fine di evitare cedimenti. Il materiale sarà posto a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare futuri assestamenti. Si dovrà impiegare, per gli strati inferiori il materiale di maggiori dimensioni e per l'ultimo strato superiore materiale più fino (ghiaia o pietrisco) per impedire alla terra sovrastante di penetrare o scendere otturando così gli interstizi fra le pietre. Qualora il drenaggio dovesse essere coperto con terra, questa dovrà essere convenientemente pigiata sull'ultimo strato di pietrisco o ghiaia così da creare uno spessore di maggiore impermeabilità.

#### **Art.5.15 Semilavorati - Malte e conglomerati**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni, salvo diversa indicazione stabilita nell'elenco prezzi di progetto:

malta comune:

Calce spenta in pasta mc. 0,25 : 0,40

Sabbia mc. 0,85 : 1,00

malta cementizia per murature:

Cemento tipo Portland q.li 3

Sabbia mc. 1,00

malta cementizia per intonaci:

Cemento tipo Portland q.li 1,5

Sabbia mc. 1,00

Calce spenta in pasta mc. 0,25

calcestruzzo comune:

Cemento tipo Portland q.li 3,0

Sabbia q.li 0,400

Pietrisco o ghiaia q.li 0,800

conglomerato cementizio con cemento tipo Portland, per c.a.:

Cemento a lenta presa, tipo 425 q.li 3,0

Sabbia mc. 0,400

Pietrisco o ghiaia mc. 0,800

conglomerato cementizio con cemento ad alta resistenza per cemento armato:

Cemento tipo 425 q.li 3,5

Sabbia mc. 0,400

Pietrisco o pietrischetto mc. 0,800.

## **Art.5.16 Semilavorati - Pavimentazione in cubetti di pietra**

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o di erite o di arenaria o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione Lavori, e posti in opera come specificato in seguito.

### *Materiali*

La Direzione Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige. Qualora vengano espressamente autorizzate l'utilizzo di materiale diverso, i cubetti dovranno possedere gli stessi requisiti di quelli di cui sopra. La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà essere adeguata al tipo di strada e traffico e concordata con la Direzione Lavori. Il cemento, miscelato a secco con la sabbia per il letto di posa dei cubetti, ed anche per la boiacca di chiusura alla pavimentazione in cubetti, dovrà essere di normale resistenza 325. La segatura provverà preferibilmente da legni quali il Pino o il Larice in ogni caso non da legni esotici.

### *Posa in opera*

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia premiscelata a secco con cemento (q.li 3 a mc. di sabbia) dello spessore sciolto minimo di cm. 6, massimo di cm. 10.

I cubetti potranno essere posati ad "arco contrastante", a "ventaglio", a "cerchio", a "coda di pavone", a "spina di pesce in diagonale" o a "filari diritti", come indicato dalla Direzione Lavori.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia; per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare. I cubetti dovranno essere posti in opera perfettamente accostati gli uni agli altri in modo che i giunti risultino della larghezza massima da 1 a 2 cm a seconda del tipo. Verrà quindi disposto uno strato di sabbia e cemento sufficiente a colmare le fughe dopo di che si provvederà alla bagnatura e alla contemporanea battitura con adeguato vibratore meccanico.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato così che i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto o stabilite dalla Direzione dei Lavori, non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm. rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1,5 %.

### *Sigillatura dei giunti*

A completamento della pavimentazione in cubetti di pietra si procede alla sigillatura dei giunti, da eseguire con boiacca cementizia preparata con una miscela di parti uguali di sabbia fine, cemento e acqua che si dovrà stendere sul pavimento preventivamente inumidito, in modo da penetrare completamente in ogni giuntura.

Si dovrà lasciare riposare tale boiacca fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pressione, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione.

Infine si procederà alla completa ed accurata pulizia del pavimento con 2 o 3 passaggi di segatura prima bagnata e poi asciutta. E' essenziale che la sigillatura avvenga in tempi brevi, subito dopo la posa dei cubetti, possibilmente ancora in giornata.

## **Art.5.17 Semilavorati - Specifiche tecniche relative alla conformita' della segnaletica verticale ed orizzontale**

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi alle forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche prescritte dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada approvato con

D.P.R. del 16/12/1992 nr. 495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 n. 610.

Con la contabilità finale l'Appaltatore dovrà consegnare, ai sensi della circolare ministeriale LL.PP. 16/05/1996:

una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale, sotto la propria responsabilità, indicherà i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti utilizzati per la fornitura;

copia dei certificati, redatti secondo quanto prescritto dalla normativa vigente, attestanti la conformità delle pellicole retroriflettenti ai requisiti del disciplinare tecnico approvato con D.M. del 31/03/1995;

copia delle certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000 sulla base delle norme europee della serie UNI EN 29000, al produttore dei supporti in composito di resine e delle pellicole retroriflettenti utilizzate per la fornitura secondo quanto dichiarato al punto 1.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate a cura dei produttori dei supporti e delle pellicole stesse con gli estremi della ditta richiedente, nonché della data del rilascio della copia non antecedente alla data della convenzione e da un numero di individuazione.

copia del certificato di qualità UNI EN ISO 29000 del costruttore di segnaletica;

certificato di conformità al piano della qualità di prodotto circ. min. LL.PP. n° 3652 del 17/06/98 rilasciato al costruttore di segnaletica;

in alternativa ai punti 1-2-3 potrà essere presentato in copia autentica anche il solo certificato di autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che ne garantisce la conformità alla norma europea UNI EN 12899-1:2008 e ne autorizza la sua produzione.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti o la non rispondenza degli stessi alle norme vigenti e/o a quelle particolari contenute nella presente nota comporterà l'impossibilità da parte dell'Ente Appaltante della presa in consegna delle opere realizzate;

dichiarazione di conformità delle segnalazioni orizzontali alla norma europea UNI 1436/2004; in mancanza di detta dichiarazione di conformità non sarà possibile la presa in consegna delle opere da parte dell'Ente Appaltante.

Caratteristiche Tecniche del Colato Plastico a freddo bicomponente a base di resine metacriliche esenti da solventi:

Coefficiente di luminanza retroriflessa  $\geq 100$  mm. cd/lux Misura della resistenza di attrito radente

con il pendolo portatile Skid Resistent Tester  $> 45$

Punto di infiammabilità del prodotto applicato  $> 250^{\circ}\text{C}$

Resistenza alle escursioni termiche da  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+80^{\circ}\text{C}$  Residuo secco del prodotto indurito

rispetto al prodotto allo stato liquido  $\geq 98\%$

Tempo di indurimento a  $20^{\circ}\text{C}$  15 minuti

Contenuto in biossido di titanio  $\geq 10\%$

Peso specifico  $\leq \text{Kg } 1,650/\text{lt}$

Documentazione Tecnica richiesta relativa al Colato plastico a freddo bicomponente a base di resine metacriliche esenti da solventi che l'Appaltatore dovrà consegnare con la contabilità finale:

Certificati di analisi, rilasciati da laboratori ufficiali, riportanti:

Contenuto di biossido di titanio;

Peso specifico;

Residuo secco del prodotto indurito rispetto al prodotto allo stato liquido

## **Art. 6 Elementi di laterizio e calcestruzzo**

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al r.d. 16 novembre 1939, n. 2233 e al d.m. 26 marzo 1980, allegato 7, ed alle norme U.N.I. vigenti (da 5628-65 a 5630-65; 5632- 65, 5967-67, 8941/1-2-3 e 8942 parte seconda).

Agli effetti del r.d. 16 novembre 1939, n. 2233 per laterizi s'intendono i materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenenti quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgati, macerati, impastati, pressati e ridotti in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono, nella massa, essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione; asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco; avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

Essi devono provenire dalle migliori fornaci, presentare cottura uniforme, essere di pasta compatta, omogenea, priva di noduli e di calcinaroli e non contorti.

Agli effetti delle presenti norme, i materiali laterizi si suddividono in:

- a) *Materiali laterizi pieni*, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le piastrelle per pavimentazione, ecc.;
- b) *Materiali laterizi forati*, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavole, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;
- c) *Materiali laterizi per coperture*, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

I mattoni pieni e semipieni, i mattoni ed i blocchi forati per murature non devono contenere solfati alcalini solubili in quantità tale da dare all'analisi oltre lo 0,5 ‰ di anidride solforica (SO<sub>3</sub>).

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale, di modello costante e presentare, sia all'asciutto sia dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 140 kg/cm<sup>2</sup>.

I mattoni forati di tipo portante, le volterrane ed i tavelloni (UNI 2105 - 2107/42) dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno 25 kg/cm<sup>2</sup> di superficie totale presunta.

I mattoni da impiegarsi per l'esecuzione di muratura a faccia vista, dovranno essere di prima scelta e fra i migliori esistenti sul mercato, non dovranno presentare imperfezioni o irregolarità di sorta nelle facce a vista, dovranno essere a spigoli vivi, retti e senza smussatura; dovranno avere colore uniforme per l'intera fornitura.

Adeguata campionatura dei laterizi da impiegarsi dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori. Si computano, a seconda dei tipi, a numero, a metro quadrato, a metro quadrato per centimetro di spessore.

*-Cordoli*

Saranno prefabbricati realizzati con conglomerato cementizio vibrato, dosato a q<sub>l</sub> 4 di cemento "425" per 1 mc d'impasto.

## **Art. 7 Armature per calcestruzzo**

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 9 gennaio 1996) e relative circolari esplicative. In particolare all'atto dell'impiego i materiali devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe. E fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

## **Art. 8 Prodotti per impermeabilizzazione**

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 propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
- al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene film da non asportare, graniglie, ecc.);
- al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere nontessuto, sughero, alluminio foglio sottile, ecc.).

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. Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza od a loro completamento alle seguenti prescrizioni.

Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380, oppure per i prodotti non normali, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione ed alla lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9168, oppure per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alla lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;

- stabilità dimensionali a seguito di azione termica; stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti), oppure per i prodotti non normati rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri dei tipi elencati nel seguente comma a) ed utilizzate per impermeabilizzazione delle opere elencate nel seguente comma b) devono rispondere alle prescrizioni elencate nel successivo comma c).

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel presente articolo.

a) I tipi di membrane considerate sono:

- Membrane in materiale elastomerico senza armatura:
- Per materiale elastomerico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).
- Membrane in materiale elastomerico dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico flessibile senza armatura.  
Nota: Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).
- Membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura.
- Membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato o non, polipropilene).
- Membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di armatura.
- Membrane polimeriche accoppiate.
- Membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione o altra funzione particolare, comunque non di tenuta.

In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.

b) Classi di utilizzo:

Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini, dighe, sbarramenti, ecc.).

Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti, ecc.).

Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose, concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.).

Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla luce.

Classe E - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per esempio, scariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.).

Classe F - membrane adatte per il contratto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).

Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.

I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste destinati principalmente a realizzare strati di tenuta all'acqua (ma anche altri strati funzionali della copertura piana) e secondo del materiale costituente, devono rispondere alle prescrizioni seguenti.

I criteri di accettazione sono quelli indicati nel presente capitolato.

- Bitumi da spalmatura per impermeabilizzazioni (in solvente e/o emulsione acquosa) devono rispondere ai limiti specificati, per diversi tipi, alle prescrizioni della norma UNI 4157.
- Le malte asfaltiche per impermeabilizzazione devono rispondere alla norma UNI 5660 FA 227.
- Gli asfalti colati per impermeabilizzazioni devono rispondere alla norma UNI 5654 FA 191.
- Il mastice di rocce asfaltiche per la preparazione di malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla



norma UNI 4377 FA 233. Il mastice di asfalto sintetico per la preparazione delle malte asfaltiche e degli asfalti colati deve rispondere alla norma UNI 4378 FA 234.

- I prodotti fluidi od in pasta a base di polimeri organici (bituminosi, epossidici, poliuretanici, epossipoliuretanici, epossicatrame, polimetencatrame, polimeri clorurati, acrilici, vinilici, polimeri isomerizzati) devono essere valutate in base alle caratteristiche seguenti ed i valori devono soddisfare i limiti riportati; quando non sono riportati limiti si intende che valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettati dalla Direzione dei lavori.

## **Art. 9 Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)**

### **9.1 Generalità**

Tutti i prodotti di seguito descritti vengono 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 stessa alle prescrizioni di seguito indicate.

Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto od alle norme UNI 9610 e 9611 e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, terroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale essi sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture.

Si distinguono in:

- Tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- Nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno nontessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo (Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).

Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza:  $\pm 1 \%$ ;
- spessore:  $\pm 3 \%$ ;

Per i valori di accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento, alle norme UNI 8279 punti 1, 3, 4, 12, 13, 17 -

UNI 8986 e CNR BU. n. 110, 111.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori. Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Per i nontessuti dovrà essere precisato:

- se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
- se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
- il peso unitario.

## **Art. 10 Materiali da fabbro**

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove appresso elencate. I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Ferma restando l'applicazione del decreto 15.07.1925, che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici saranno rispettate le norme di unificazione vigenti.

In mancanza di particolari prescrizioni i materiali devono essere della migliore qualità esistente in commercio; essi devono provenire da primarie fabbriche che diano garanzia di costanza di qualità e produzione.

I materiali possono essere approvvigionati presso località e fabbriche che l'Appaltatore ritiene di sua convenienza purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

L'Appaltatore dovrà informare l'appaltante dell'arrivo in officina dei materiali approvvigionati affinché, prima che ne venga iniziata la lavorazione, l'appaltante stesso possa disporre i preliminari esami e verifiche dei materiali medesimi ed il prelevamento dei campioni per l'effettuazione delle prove di qualità e resistenza.

È riservata all'appaltante la facoltà di disporre e far effettuare visite, esami e prove negli stabilimenti di produzione dei materiali, i quali stabilimenti pertanto dovranno essere segnalati all'Appaltatore in tempo utile.

Le suddette visite, verifiche e prove, le cui spese tutte sono a carico dell'Appaltatore, dovranno essere effettuate secondo le norme vigenti.

Dei risultati delle prove dovrà essere redatto regolare verbale in contraddittorio tra il Direttore Lavori e l'Appaltatore, o loro rappresentanti.

Nel caso di esito sfavorevole delle prove sopraindicate l'Appaltatore potrà rifiutare in tutto od in parte i materiali predisposti od approvvigionati, senza che l'Appaltatore possa pretendere indennizzo alcuno o proroga ai termini di esecuzione e di consegna.

I profilati in acciaio dolce (tondi, quadri e piatti) devono essere del tipo a sezione prescritti per l'opera particolare e comunque corrispondenti ai campioni approvati dalla Direzione Lavori.

Non sono ammesse spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di laminazione.

I profilati o tubi realizzati con leghe leggere di alluminio, rame ed ottone devono avere composizione chimica corrispondente alle norme ed ai regolamenti ufficiali vigenti per l'impiego nella costruzione di serramenti e manufatti affini.

Devono essere del tipo e sezione prescritti per l'opera particolare e comunque rispondenti ai campioni approvati dalla Direzione Lavori.

Non sono ammesse spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di estrusione.

Profilati tubolari in lamiera d'acciaio non devono avere spigolature, ammaccature, tagli od altri difetti di aspetto dovuti a cattiva lavorazione e non rientranti nelle normali tolleranze di profilatura.

I profilati di acciaio per serramenti dovranno essere fabbricati in acciaio avente qualità non inferiore al tipo Fe37A previsto dalla norma UNI 5334-64, secondo i profili, le dimensioni e le tolleranze riportate nella norma di unificazione: UNI 3897 - Profilati di acciaio laminati a caldo e profilati per serramenti.

I profilati potranno essere richiesti con ali e facce parallele o rastremate con inclinazione del 5%.

Nell'impiego di acciaio inossidabile si dovrà fare riferimento alla normativa UNI 6900-71 ed AISI secondo la seguente nomenclatura:

AISI  
Serie 300  
301

UNI  
X 12 CrNi 17 07

302	X 10 CrNi 18 09
304	X 05 CrNi 18 10
316	X 05 CrNi 17 12
Serie 400	
430	X 08 Cr 17

La ghisa grigia per getti dovrà corrispondere per qualità, prescrizioni e prove alla norma UNI 5007.

La ghisa malleabile per getti dovrà corrispondere alle prescrizioni della norma UNI 3779.

I prodotti in ghisa sferoidale risponderanno alla normativa UNI ISO 1083 - UNI EN 124 e riporteranno la marcatura obbligatoria di riferimento alla normativa:

identificazione del produttore, la classe corrispondente, EN 124 come riferimento alla norma, marchio dell'ente di certificazione.

La ferramenta e le bullonerie in genere devono essere di ottima qualità e finitura.

Devono corrispondere ai requisiti tecnici appropriati a ciascun tipo di infisso ed avere dimensioni e robustezza adeguata all'impiego cui sono destinare e tali da poter offrire la massima garanzia di funzionalità e di durata.

Tutte la ferramenta devono corrispondere ai campioni approvati dalla Direzione Lavori ed essere di tipo unificato per tutta la fornitura.

Viti, bulloni, ecc. devono pure essere di robustezza, tipo e metallo adeguati all'impiego ed alla ferramenta prescelta.

Il ferro fucinato dovrà presentarsi privo di scorie, soffiature, bruciature o qualsiasi altro difetto apparente.

Per la zincatura di profilati di acciaio per la costruzione, oggetti fabbricati con lamiere non zincate di qualsiasi spessore, oggetti fabbricati con tubi, tubi di grande diametro curvati e saldati insieme prima della zincatura ed altri oggetti di acciaio con spessori maggiori di 5 mm recipienti fabbricati con lamiere di acciaio di qualsiasi spessore con o senza rinforzi di profilati di acciaio, minuteria od oggetti da centrifugare; oggetti fabbricati in ghisa, in ghisa malleabile ed in acciaio fuso, dovranno essere rispettate le prescrizioni della norma di unificazione:

UNI 5744-66. Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo. Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso.

Tutte le parti in acciaio per le quali negli elaborati progettuali sia stata prevista la protezione dalla corrosione mediante zincatura dovranno rispettare la specifica esposta alle righe seguenti.

Tale tipo di trattamento sarà adottato quando previsto in progetto e/o su ordine della Direzione Lavori quando le normali verniciature non diano sufficienti garanzie, sia in relazione al tipo di aggressione ambientale, sia in relazione alle funzioni assegnate alle strutture metalliche da proteggere.

La zincatura dovrà essere effettuata a caldo per immersione in appositi impianti approvati dalla D.L..

I pezzi da zincare dovranno essere in acciaio di tipo calmato, è tassativamente vietato l'uso di acciaio attivi o effervescenti.

Le parti da zincare dovranno essere pulite e sgrassate (SSPC - SP-63) e sabbiare al metallo bianco secondo SSPC: SP 10; SSA : SA 1/2.

Gli spessori minimi della zincatura varieranno a seconda dello spessore del pezzo da zincare.

per s del pezzo < 1 mm	zincatura 350 g/m2
per s del pezzo > 1 < 3 mm	zincatura 450 g/m2
per s del pezzo > 3 < 4 mm	zincatura 500 g/m2
per s del pezzo > 4 < 6 mm	zincatura 600 g/m2
per s del pezzo > 6 mm	zincatura 700 g/m2

Sugli oggetti filettati, dopo la zincatura, non si devono effettuare ulteriori operazioni di finitura a mezzo di utensili.

Per la zincatura dei fili di acciaio vale la norma di unificazione:

UNI 7245-73 - Fili di acciaio zincati a caldo per usi generici - Caratteristiche del rivestimento protettivo.

Se non altrimenti disposto dovrà essere impiegato filo zincato di classe P per ambiente aggressivo e M per ambiente normale così come definiti ai punti 3.1 e 3.2 della UNI 7245-73; è vietato per l'estero l'impiego del filo zincato di classe L.

#### Zincatura dei giunti di saldatura

Per le giunzioni eseguite per saldatura si dovrà procedere al ripristino della saldatura, secondo le modalità appresso indicate:

rimuovere lo zinco preesistente per una lunghezza non inferiore a 10 cm;

- pulire e irruvidire la superficie scoperta mediante spazzolatura meccanica;
- metallizzare le superfici mediante spruzzo di particelle di zinco allo stato plastico fino a raggiungere uno spessore non inferiore a 40 microns;
- verniciatura finale come all'articolo relativo.

Gli spessori indicati nelle specifiche saranno verificati per campione con apposito strumento elettronico, fornito dall'Appaltatore.

L'Appaltatore garantisce la buona applicazione dei rivestimenti in genere contro tutti i difetti di esecuzione del lavoro e

si impegna ad eseguirlo secondo le regole dell'arte e della tecnica.

L'Appaltatore eseguirà il lavoro soltanto se le condizioni atmosferiche o ambientali lo consentono in base alle prescrizioni su esposte e programmando il lavoro in modo da rispettare i tempi di esecuzione stabiliti per il ciclo protettivo.

Per le pitturazioni su superfici zincate a passivazione avvenuta dello zinco, realizzata anche con l'applicazione in officina di acido cromico previa fosfatazione con fosfato di zinco, si procederà ad un'accurata sgrassatura con solventi organici o con idonei sali sgrassanti e comunque con trattamento ad acqua calda e idropulitrice a pressione.

Si procederà quindi ad un irruvidimento superficiale con tele abrasive o con spazzolatura leggera.

Sarà applicata infine una mano di vernice poliuretanica alifatica, di tinta a scelta della Direzione Lavori e con uno spessore a film secco di 80 microns, su un fondo di antiruggine epossidica bicomponente con indurente poliammidico del tipo specifico per superfici zincate e con uno spessore a film secco di 50 microns.

Potrà essere usato in alternativa un ciclo costituito dall'applicazione di vernice tipo Acril Ard con uno spessore a film secco di 70 microns, dato senza la costituzione dello strato di fondo.

I chiusini, le ringhiere di parapetto, i cancelli, le inferriate, le recinzioni e simili opere da fabbro saranno costruite secondo le misure o i disegni di progetto e dei particolari che verranno indicati all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori. I beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale (chiusini, barriere ecc...) dovranno essere prodotti, ai sensi della circolare 16 Maggio 1996 n. 2357, nel rispetto della UNI EN ISO 9002/94, rilasciando la relativa dichiarazione di conformità ai sensi delle norme EN 45014 ovvero da una certificazione rilasciata da un organismo di ispezione operante in accordo alle norme in materia.

I manufatti dovranno presentare tutti i regoli ben diritti ed in perfetta composizione.

I tagli delle connessioni, per gli elementi incrociati mezzo a mezzo, dovranno essere della medesima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza ineguaglianza e discontinuità.

Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno, nei fori formati a caldo, alcuna fessura che si prolunghi oltre il foro necessario, ed il loro intreccio dovrà essere tale che nessun ferro possa sfilarsi.

Le ringhiere di qualsiasi tipo, sia per terrazze sia per balconi, passaggi, scale e simili, dovranno avere altezza non inferiore a 105 cm misurata in corrispondenza della parte più alta del pavimento e fino al corrimano; nel caso di rampe di scale tale altezza, misurata al centro della pedata, dovrà essere di almeno 95 cm.

Le maglie delle ringhiere dovranno avere apertura non maggiore di 12 cm.

Gli elementi più bassi delle ringhiere dovranno distare dal pavimento non meno di 5 cm e più di 8 cm, nel caso di rampe di scale, invece, questa distanza non dovrà superare di 2 cm quella del battente dei gradini.

Nel caso di ringhiere collocate all'esterno dei manufatti cui servono, la loro distanza orizzontale del manufatto stesso non dovrà superare 5 cm.

L'impiego di ringhiere metalliche in cui parti dell'intelaiatura siano costituite da pannelli di vetro, ancorché previsto in progetto, dovrà essere confermato per iscritto dall'Appaltatore all'atto dell'esecuzione.

Nell'ordine relativo dovranno essere specificatamente indicate le modalità di esecuzione e tutti gli altri elementi atti a garantire le necessarie caratteristiche di sicurezza del manufatto in relazione alle condizioni d'impiego.

L'ancoraggio di ogni manufatto dovrà essere tale da garantire un perfetto e robusto fissaggio.

Gli ancoraggi delle ringhiere, comunque, dovranno resistere ad una spinta di 120 kg/m applicata alla sommità delle ringhiere stesse.

Le ringhiere dei balconi e delle terrazze non avranno peso inferiore a 16 kg/mq e quelle delle scale a 13 kg/mq.

Il peso delle inferriate a protezione di finestre od altro non sarà inferiore a 16 kg/mq per superfici fino ad 1 mq ed a 19 kg/mq per superfici maggiori, quello delle recinzioni non dovrà essere, per ciascun battente, inferiore a 25 kg/mq per superfici fino a 2 mq, a 35 kg/mq per superfici fino a 3 mq ed a 45 kg/mq per superfici superiori.

Le superfici suddette corrisponderanno a quelle del poligono regolare circoscrivibile al manufatto considerato, escludendo le grappe, i modelli, le zanche, le bandelle, i bilici, ecc.

Le inferriate fisse dovranno essere munite di una rete in filo di acciaio debitamente intelaiate secondo quanto disporrà il Direttore Lavori.

I cancelli dovranno essere completi della ferramenta di sostegno, di manovra e di chiusura.

Metalli vari, il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metallo o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

## **Art. 11 Materiali impianti elettrici**

### **11.1 Generalità**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, potranno pure essere richiesti i campioni, sempre che siano materiali di normale produzione.

È raccomandata nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti nazionali. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Comandi (interruttori, deviatori, pulsanti e simili) e prese a spina, sono da impiegarsi apparecchi da incasso modulari e componibili con altezza 45 mm in modo da poterli installare anche nei quadri elettrici in combinazione con gli apparecchi a modulo normalizzato (europeo).

Gli interruttori devono avere portata 16 A, le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare un sistema di sicurezza e di servizi fra cui impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti, ecc.

La serie deve consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi nella scatola rettangolare; fino a 3 apparecchi di interruzione e 2 combinazioni in caso di presenza di presa a spina nella scatola rotonda.

I comandi e le prese devono poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP 40 e/o IP 55.

## **11.2 Comandi in costruzioni e destinazione sociale**

Nelle costruzioni a carattere collettivo-sociale aventi interesse amministrativo, culturale, giudiziario, economico e comunque in edifici in cui si svolgono attività comunitarie, le apparecchiature di comando devono essere installate ad un'altezza massima di 0.90 m dal pavimento (L. 13/89 e relativo regolamento di attuazione circ. min. LL.PP. 19 giugno 1968 n° 4809 e regolamento attuazione art. 27 L. 118/71 e successive modifiche ed integrazioni)

Devono essere inoltre facilmente individuabili e visibili anche in caso di illuminazione nulla (apparecchi con tasti fosforescenti) DP.R. 384 del 27 Aprile 1978.

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento (lavatrice, lavastoviglie, cucina, ecc.) devono avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase od interruttore magnetotermico.

Detto dispositivo può essere installato nel contenitore centrale di appartamento od in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell'apparecchio utilizzatore.

## **11.3 Apparecchiature modulari con modulo normalizzato**

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato DIN, ad eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi.

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) devono essere modulari ed accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- c) gli interruttori con relè differenziali fino ad 80 A devono essere modulari ed appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Devono essere del tipo ad azione diretta;
- d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4500 A;
- e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito, sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori magnetotermici e gli interruttori differenziali con e senza protezione magnetotermica con corrente nominale da 100 A in su devono appartenere alla stessa serie.

Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, gli apparecchi da 100 a 250 A è preferibile abbiano stesse dimensioni d'ingombro.

Gli interruttori con protezione magnetotermica di questo tipo devono essere selettivi rispetto agli automatici fino ad 80 A almeno per correnti di CC fino a 3000 A.

Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali da 100 a 250 A da impiegare devono essere disponibili nella versione normale con  $I_d = 0.5$

A e nella versione con intervento ritardato con  $I_d = 1$  A per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

#### **11.4 Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione**

Negli impianti elettrici che presentano correnti di CC elevate (fino a 30 KA) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione di 30 KA e 380 V in classe P2.

Istallati a monte di interruttori con potere di interruzione inferiore, devono garantire un potere di interruzione della combinazione di 30 KA a 380 V.

Istallati a valle di interruttori con corrente nominale superiore, devono garantire la selettività per i CC almeno fino a 10 KA.

#### **11.5 Quadri di comando**

Devono essere in poliestere devono essere composti da cassette complete di profilati normalizzati DIN per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche.

Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventiva lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e devono essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi. Nei quadri deve essere possibile l'installazione di interruttori automatici e differenziali da 1 a 250 A.

Detti quadri devono essere costruiti per essere utilizzati all'esterno.

In particolare devono permettere la componibilità orizzontale per realizzare armadi a più sezioni, garantendo una perfetta comunicabilità tra le varie sezioni senza taglio di pareti laterali.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e devono essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi.

Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave fino a 1.95 m di altezza anche dopo che l'armadio è stato installato. Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

#### **11.6 Quadri di comando isolanti**

Negli ambienti in cui l'Amministrazione appaltante lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera si dovranno installare quadri in materiale isolante

In questo caso devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente di 960 gradi C (Norme CEI 50-11).

I quadri devono essere composti da cassette isolanti con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina. Devono essere disponibili con grado di protezione IP40 ed IP55, in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono consentire una installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alla cassetta.

#### **11.7 Verifica provvisoria e consegna degli impianti**

La verifica provvisoria accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di Legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
- la continuità elettrica dei circuiti;
- il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
- l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
- l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono stati destinati.

### **Art. 12 Tubazioni ed accessori**

a) D.M. 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni";

b) ASTM D3262-06 "Specifiche per tubazioni fognarie costruite con resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV)";

c) UNI EN 14364:2009 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi con o senza pressione - Materie plastiche termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) a base di resina poliestere insatura (UP) - Specifiche per tubi, raccordi e giunzioni"*;

d) D.M. 06/04/2004, n. 174 *"Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano"*.

## 12.1 Tubi e pezzi speciali in acciaio per acqua

I tubi di acciaio con estremità per saldatura a bicchiere o lisce per saldatura di testa possono essere di due tipi: senza saldature o saldati.

I tubi, prima della loro accettazione, dovranno essere sottoposti nell'officina della fabbrica produttrice alle prove prescritte dalla norma UNI EN 10224 *"Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura"* a cura della Ditta produttrice dei tubi che dovrà rilasciare un certificato attestante le prove effettuate.

- UNI EN 253 *"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 di polietilene"*
- UNI EN 488 *"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 *"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 ISO 1127 *"Tubi di acciaio inossidabile - Dimensioni, tolleranze e masse lineiche convenzionali"*
- UNI EN ISO 8044 *"Corrosione di metalli e leghe - Termini fondamentali e definizioni"*
- UNI 9783 *"Protezione catodica di strutture metalliche interrate. Interferenze elettriche tra strutture metalliche interrate"*
- UNI EN 10208-1 *"Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi della classe di prescrizione A"*
- UNI EN 10208-2 *"Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi della classe di prescrizione B"*
- UNI EN 10216-1 *"Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente"*
- UNI EN 10216-2 *"Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 2: Tubi di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata"*
- UNI EN 10216-3 *"Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine"*
- UNI EN 10216-4 *"Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 4: Tubi di acciaio non legato e legato per impieghi a bassa temperatura"*
- UNI EN 10217-1 *"Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente"*
- UNI EN 10217-2 *"Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata"*
- UNI EN 10217-3 *"Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine"*
- UNI EN 10217-4 *"Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura"*
- UNI EN 10217-5 *"Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata"*

- UNI EN 10217-6 "Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a bassa temperatura"
- UNI EN 10217-7 "Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile"
- UNI EN 10220 "Tubi di acciaio, saldati e senza saldatura - Dimensioni e masse lineiche"
- UNI EN 10224 "Tubi e raccordi di acciaio non legato per il trasporto di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano - Condizioni tecniche di fornitura"
- UNI EN 10232 "Materiali metallici. Tubi. Prova di curvatura su spezzone di tubo"
- UNI EN 10234 "Materiali metallici. Tubi. Prova di allargamento"
- UNI EN 10235 "Materiali metallici. Tubi. Prova di bordatura"
- UNI EN 10246-2 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo automatico mediante correnti indotte di tubi di acciaio austenitico ed austero-ferritico senza saldatura e saldati (ad eccezione di quelli ad arco sommerso) per la verifica a tenuta idraulica"
- UNI EN 10246-9 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo automatico mediante ultrasuoni del giunto saldato dei tubi di acciaio saldati ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti longitudinali e/o trasversali"
- UNI EN 10246-10 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo radiografico della saldatura dei tubi di acciaio saldati in automatico ad arco sommerso per la rilevazione dei difetti"
- UNI EN 10246-11 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo mediante liquidi penetranti dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati per la rivelazione dei difetti superficiali"
- UNI EN 10246-13 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo automatico mediante ultrasuoni dello spessore delle estremità dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati (ad eccezione di quelli ad arco sommerso)"
- UNI EN 10246-15 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo automatico mediante ultrasuoni di nastri/lamiere usati nella fabbricazione di tubi di acciaio saldati per la rilevazione dei difetti laminari"
- UNI EN 10246-16 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo automatico mediante ultrasuoni dell'area adiacente al giunto saldato dei tubi di acciaio saldati per la rivelazione di imperfezioni laminari"
- UNI EN 10246-17 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Controllo mediante ultrasuoni dell'estremità dei tubi di acciaio senza saldatura e saldati per la rilevazione di imperfezioni laminari"
- UNI EN 10256 "Prove non distruttive dei tubi di acciaio - Qualificazione e competenze del personale per le prove non distruttive di livello 1 e 2"
- UNI EN 10288 "Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni a doppio strato a base di polietilene applicati mediante estrusione"
- UNI EN 10289 "Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni in resina epossidica e resina epossidica-modificata applicata allo stato liquido"
- UNI EN ISO 10289 "Metodi per prove di corrosione su rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici su substrato metallico - Valutazione di campioni e di manufatti sottoposti a prove di corrosione"
- UNI EN 10290 "Tubi e raccordi di acciaio per condotte terrestri e marine - Rivestimenti esterni in poliuretano e poliuretano-modificato applicato allo stato liquido"
- UNI EN 12500 "Protezione dei materiali metallici contro la corrosione - Probabilità di corrosione in ambiente atmosferico - Classificazione, determinazione e valutazione della corrosività di ambienti atmosferici"
- UNI EN 12508 "Protezione dei materiali metallici contro la corrosione - Trattamenti delle superfici: rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici – Vocabolario"

Qualora la Direzione Lavori intenda partecipare a prove di collaudo in officina dei tubi di qualsiasi tipo, dei pezzi speciali e degli organi di manovra, tutte le relative spese rimarranno a carico dell'Appaltatore.

Il rivestimento interno dei tubi dovrà essere in malta cementizia centrifugata spessore mm  $3 \div 12$ , o in resina epossidica spessore  $> 320 \mu\text{m}$ , o in resina poliammidica spessore  $> 200 \mu\text{m}$  secondo quanto stabilito nell'apposita voce di elenco prezzi.



Il rivestimento interno dei tubi dovrà essere conforme al D.M. 06/04/2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

La protezione esterna dovrà essere assicurata da un rivestimento esterno in polietilene a bassa densità, triplo strato rinforzato, eseguito in conformità alla norma UNI 9099/89, ottenuto da granulato vergine, di colore nero, stabilizzato contro l'azione dei raggi ultravioletti, avente le seguenti caratteristiche.

*Mano di fondo:*

La mano di fondo o primer avrà uno spessore minimo asciutto di 20  $\mu\text{m}$  (resina epossidica liquida con solvente) o di 60  $\mu\text{m}$  (resina epossidica in polvere o liquida senza solvente).

*Adesivo:*

Lo spessore minimo sarà di 140  $\mu\text{m}$  (applicazione di polvere) o di 200  $\mu\text{m}$  (applicazione per estrusione).

*Polietilene:*

Gli spessori minimi del rivestimento per i vari diametri saranno quelli della serie rinforzata.

*Preparazione della superficie metallica:*

La superficie sabbiata avrà una rugosità Rz compresa fra 40÷90  $\mu\text{m}$ . I tubi ed i pezzi speciali saranno mantenuti ad almeno 3°C sopra il punto di rugiada prima dell'applicazione del rivestimento.

*Finitura dell'estremità:*

La lunghezza dei tratti privi di rivestimento sarà di 100  $\pm$  10 mm per i DN  $\leq$  100 mm e 150  $\pm$  20 mm per i DN superiori.

*Aderenza:*

L'aderenza in N/10 mm sarà:

- prova a 23  $\pm$  2°C: media 100, minima 80
- prova a 60  $\pm$  2°C: minima 30.

*Allungamento a rottura:* >350%.

*Resistenza al distacco sotto polarizzazione negativa:*

Il valore medio di 6 lunghezze radiali sarà  $\leq$  8 mm: un singolo valore potrà essere  $\leq$  10 mm. Sarà utilizzata una delle seguenti condizioni operative:

2 giorni a 60  $\pm$  2°C      7 giorni a 40  $\pm$  2°C      28 giorni a 23  $\pm$  2°C.

*Flessibilità*

Il rivestimento dovrà essere in grado di sopportare curvature con un raggio equivalente al 3% di allungamento senza danni visibili (rottture apparenti) o riduzione delle sue caratteristiche a 23  $\pm$  2°C.

In alternativa e se richiesto dalla Direzione Lavori potrà essere adottato un rivestimento esterno bituminoso tipo "pesante" conforme alla norma UNI ISO 5256

Il rivestimento deve assicurare un'adeguata resistenza elettrica in ogni punto e risultare elettricamente continuo; a tale fine l'Appaltatore dovrà effettuare completo controllo mediante apposito detector tarato a 15.000 volt, provvedendo a sua cura e spese ad integrare in opera il rivestimento dove necessario; resta ferma la facoltà del personale incaricato dalla Stazione Appaltante di effettuare direttamente misure elettriche del rivestimento anche con proprie apparecchiature.

Le curve usate nei cambiamenti di direzione saranno di tipo stampato a 90° - serie ISO - DIMA 35 raggio = 1,5, con giunti per saldature di testa.

## **12.2 Elettrodi**

Dovranno avere caratteristiche fisico-chimiche compatibili con quelle del materiale da saldare affinché fra il materiale base ed il materiale da apporto non vengano a crearsi autotensioni o altri difetti.

Il rivestimento degli elettrodi dovrà assicurare l'integrità e l'omogeneità del cordone di saldatura in relazione ai tipi di materiali ed alle condizioni esecutive.

In ogni caso il rivestimento dovrà assicurare, che non si formino, nel modo più assoluto, cricche, inclusioni di scorie, soffiature, bruciature od altro che possa limitare in qualche modo la qualità della saldatura.

## **12.3 Materiale di ripristino del rivestimento isolante delle condotte in acciaio**

Il materiale impiegato per il ripristino dello strato isolante delle condotte in acciaio, dovrà essere di tipo termoplastico

tipo "Raychem" e dovrà garantire adeguata resistenza anche a seguito di prolungata esposizione ai raggi solari nel periodo estivo.

#### **12.4 Tubi e pezzi speciali in acciaio per gas**

I tubi con estremità per saldatura di testa saranno di acciaio non legato, grezzi internamente e conformi ai Decreti del Ministero dello Sviluppo Economico del 16.04.2008 e 17.04.2008.

I tubi saranno eseguiti secondo la norme UNI seguenti:

- UNI EN ISO 3183:2019 "Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubi di acciaio per sistemi di trasporto per mezzo di condotte";
- UNI 9099:1989 "Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per estrusione".
- UNI EN ISO 8044:2020 "Corrosione di metalli e leghe - Termini fondamentali e definizioni";
- UNI 11094:2019 "Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione della ISO 15589-1 per sistemi di protezione catodica a corrente impressa o anodi galvanici";
- UNI EN ISO 15589-1:2019 "Industrie del petrolio, petrolchimiche e del gas naturale - Protezione catodica dei sistemi di condotte - Parte 1: Condotte sulla terraferma";
- UNI EN 12954:2019 "Principi generali di protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse";
- UNI EN 12068:2002 "Protezione catodica - Rivestimenti organici esterni per la protezione dalla corrosione delle tubazioni di acciaio interrate o immerse da associare alla protezione catodica - Nastri e materiali termorestringenti";
- UNI EN 10220 "Tubi di acciaio, saldati e senza saldatura - Dimensioni e masse lineiche";
- UNI EN ISO 8491:2005 "Materiali metallici - Tubi (a sezione piena) - Prova di curvatura";
- UNI EN ISO 8493:2005 "Materiali metallici - Tubi - Prova di espansione con mandrino";
- UNI EN ISO 8493:2014 "Materiali metallici - Tubi - Prova di bordatura";
- UNI EN ISO 2080:2009 "Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici - Trattamenti delle superfici: rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici – Vocabolario";

Per il rivestimento esterno valgono le stesse prescrizioni richieste per i tubi in acciaio per acquedotto.

La fornitura delle tubazioni dovrà essere accompagnata dai certificati di prova indicati dalle norme UNI vigenti, rilasciati dalla casa costruttrice.

Le curve usate nei cambiamenti di direzione saranno di tipo stampato a 90° - serie ISO - DIMA 35 raggio = 1,5, con giunti per saldature di testa.

#### **12.5 Tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale per acqua**

I tubi saranno in ghisa sferoidale centrifugata e ricotta, prodotte da ditte operanti in regime di qualità aziendale secondo le norme UNI EN ISO 9001:2015, e conformi alle norme:

- UNI EN 545 "Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte d'acqua - Prescrizioni e metodi di prova "
- UNI ISO 4179 "Tubi di ghisa sferoidale per condotte con o senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali "
- UNI ISO 6600 "Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione "
- UNI ISO 8179 "Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di zinco "
- UNI ISO 8180 "Condotte di ghisa sferoidale. Manicotto di polietilene "
- UNI 9163 "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto "

- UNI 9164 "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto "
- UNI EN 10242 "Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile ".

I tubi saranno rivestiti internamente in malta cementizia di alto forno per acqua potabile applicata per centrifugazione ed esternamente con rivestimento di uno strato di zinco o in lega di zinco/alluminio, con finitura in vernice acrilica. Dovranno essere dotati di giunto elastico automatico di tipo "Rapido" (UNI 9163-87) mediante inserimento di una guarnizione in gomma (specificata per acqua potabile) nell'apposito alloggiamento all'interno del bicchiere.

Il rivestimento interno dei tubi dovrà essere conforme al D.M. 06/04/2004, n. 174 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

I pezzi speciali avranno un giunto meccanico tipo "Express" (UNI EN 545) e dovranno essere completi di guarnizione, controflangia e bulloni per ogni bicchiere. Le diramazioni flangiate saranno forate secondo le norme UNI per PN 10 - 16.

I tubi, prima della loro accettazione, dovranno essere sottoposti in officina alle prove secondo le modalità prescritte nelle norme UNI EN 545: a cura della Ditta produttrice dovrà essere rilasciato un certificato attestante le prove effettuate.

## 12.6 Tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale per gas

I tubi saranno in ghisa sferoidale centrifugata e ricotta, conformi alle norme:

- UNI EN 969 "Tubi, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte di gas - Prescrizioni e metodi di prova "
- UNI ISO 4179 "Tubi di ghisa sferoidale per condotte con o senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Prescrizioni generali "
- UNI ISO 6600 "Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione "
- UNI ISO 8179 "Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento esterno di zinco "
- UNI ISO 8180 "Condotte di ghisa sferoidale. Manicotto di polietilene "
- UNI 9163 "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico automatico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto "
- UNI 9164 "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione. Giunto elastico a serraggio meccanico. Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto "
- UNI EN 10242 "Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile ".

I tubi internamente saranno alesati e successivamente verniciati con vernici a base di bitume ed esternamente saranno rivestiti con uno strato di zinco e vernice bituminosa. Dovranno essere dotati di giunto meccanico tipo "Express" (UNI EN 969) ottenuto mediante l'azione di apposite controflange e bulloni su anelli in gomma specifica per gas.

I pezzi speciali avranno lo stesso tipo di giunto e dovranno essere completi di guarnizioni, controflange e bulloni per ogni bicchiere. Le diramazioni flangiate saranno forate secondo le norme UNI per PN 10.

I tubi, prima della loro accettazione, dovranno essere sottoposti in officina alle prove secondo le modalità prescritte nelle norme UNI EN 969: a cura della Ditta produttrice dovrà essere rilasciato un certificato attestante le prove effettuate.

## 12.7 Tubi in Polietilene ad alta densità (PEAD) PN 16 per acqua potabile

I tubi e i pezzi speciali in PEAD dovranno essere idonei al trasporto d'acqua potabile conformemente alle prescrizioni del D.M. 06/04/2004, n. 174.

Essi dovranno essere fabbricati per estrusione con resine derivate dalla polimerizzazione dell'etilene opportunamente stabilizzato con nero-fumo (2% in massa).

**Non è ammesso l'utilizzo di tubi fabbricati mediante l'utilizzo di materiali riciclati.**

Il suddetto materiale sarà comunque conforme alle norme di seguito riportate, per tubi ad alta densità:

- UNI EN 744 *"Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Tubi di materiale termoplastico - Metodo di prova per determinare la resistenza agli urti esterni con il metodo della percussione su generatrici diverse"*
- UNI EN 803 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica. Raccordi di materiale termoplastico stampati ad iniezione per giunti con anello elastico di tenuta per tubazioni in pressione. Metodo di prova per la resistenza ad una pressione interna di breve durata, senza effetto di estremità"*
- UNI ENV 852 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per il trasporto di acqua destinata al consumo umano - Valutazione della migrazione - Guida sulla interpretazione dei valori di migrazione derivati di laboratorio"*
- UNI EN ISO 877 *"Materie plastiche - Metodi di esposizione diretta agli agenti atmosferici, all'irraggiamento solare sotto vetro e all'irraggiamento solare intensificato per mezzo di specchi di Fresnel"*
- UNI EN 917 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di materiale termoplastico - Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna ed alla tenuta"*
- UNI EN 1056 *"Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Tubi e raccordi di materia plastica - Metodo per esposizione diretta agli agenti atmosferici"*
- UNI ISO 4582 *"Materie plastiche. Determinazione delle variazioni di colore e delle variazioni di proprietà dopo esposizione alla luce naturale sotto vetro, agli agenti atmosferici o alla luce artificiale"*
- UNI EN ISO 4611 *"Materie plastiche - Determinazione degli effetti dell'esposizione al colore umido, all'acqua nebulizzata ed alla nebbia salina"*
- UNI EN ISO 8795 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per il trasporto d'acqua destinata al consumo umano - Valutazione della migrazione - Determinazione dei valori di Migrazione dei tubi e dei raccordi di materia plastica e dei loro giunti"*
- UNI EN 12294 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Sistemi per acqua calda e fredda - Metodo di prova per la tenuta sotto vuoto"*
- UNI EN ISO 13760 *"Tubi di materia plastica per il trasporto di fluidi in pressione - Regola di Miner - Metodo di calcolo per il danneggiamento cumulativo"*
- UNI EN 681-1 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-2 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 2: Elastomeri termoplastici"*
- UNI EN 681-3 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua. - Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-4 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell' acqua - Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato"*
- UNI EN 682 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali elastomerici utilizzati in tubi e raccordi per il trasporto di gas ed idrocarburi fluidi"*
- UNI EN 712 *"Sistemi di tubazioni in materiale termoplastico. Giunzioni meccaniche di estremità con trasmissione di carico tra tubi in pressione e raccordi. Metodo di prova per la resistenza allo sfilamento ad estrazione sotto sforzo costante"*
- UNI EN 714 *"Sistemi di tubazioni in materiale termoplastico. Giunti di estremità senza trasmissione di carico con anello di guarnizione di elastomero, tra tubi in pressione e raccordi stampati. Metodo di prova per tenuta sotto pressione idrostatica interna senza effetto di estremità"*
- UNI EN 715 *"Sistemi di tubazioni in materiale termoplastico. Giunzioni di estremità con trasmissione di carico tra tubi in pressione di piccolo diametro e raccordi. Prova di tenuta a pressione d'acqua interna considerando la spinta di estremità"*
- UNI EN 911 *"Sistemi di tubazioni di materie plastiche. Giunti con guarnizione ad anello elastomerico e giunti meccanici per tubazioni in pressione di materiali termoplastici. Metodo di prova di tenuta sotto pressione idrostatica esterna"*
- UNI EN 921 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante"*

- UNI EN 1680 "Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole per sistemi di tubazioni di polietilene (PE) - Metodo di prova per la tenuta sotto e dopo flessione applicata al meccanismo di azionamento"
- UNI EN 1704 "Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di materiale termoplastico - Metodo di prova per l'integrità di una valvola dopo cicli termici, sottoposta a flessione"
- UNI EN 1705 "Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di materiale termoplastico - Metodo di prova verificare l' integrità di una valvola dopo un urto esterno"
- UNI EN 1716 "Sistema di tubazioni di materia plastica - Presa in carico con derivazione a T di polietilene (PE) - Metodo di prova per la resistenza all'urto di una presa in carico con derivazione a T"
- UNI ISO 4437 "Tubi di polietilene (PE) per condotte interrate per distribuzione di gas combustibili. Serie metrica. Specifica"
- UNI 9338 "Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tipi, dimensioni e requisiti"
- UNI 9349 "Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova"
- UNI EN ISO 9969 "Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della rigidità anulare"
- UNI EN 12201-1:2004 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Generalità"
- UNI EN 12201-2:2004 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Tubi"
- UNI EN 12201-3:2004 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Raccordi"
- UNI EN 12201-4:2002 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Valvole"
- UNI EN 12201-5:2004 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema"
- UNI CEN/TS 12201-7:2004 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità"
- UNI EN 12293 "Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi e raccordi di materiale termo-plastico per acqua calda e fredda - Metodo di prova per la resistenza di assieme a cicli di temperatura"
- UNI EN 12295 "Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi termoplastici e raccordi associati per acqua calda e fredda - Metodo di prova per la resistenza dei giunti a cicli di pressione".
- UNI EN 1622 "Qualità dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)"
- **PAS 1075 "Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing"**

Le **tubazioni in polietilene PE100 RC** (ad elevatissima resistenza alla fessurazione), a DUE strati coestrusi di colore blu ESTERNO, nero INTERNO, conformi alla norma UNI EN 12201-2 ed aventi le seguenti caratteristiche:

- diametro nominale (Ø): .....
- SDR: .....
- classe di pressione (PN): .....

I compound in granuli utilizzati per le tubazioni devono essere omogenei e stabilizzati in origine dal produttore di materia prima, conformi alla norma UNI EN 12201-1, alla specifica tecnica PAS 1075 ed alle prescrizioni igienico-sanitarie del D.M. n. 174 del 6/4/04.

Le tubazioni devono essere in possesso delle certificazioni di conformità ai seguenti riferimenti normativi, rilasciate da organismi accreditati secondo CEI EN 45011:

1. UNI EN 12201-2 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua e per scarico e fognature in pressione – Polietilene (PE) – Parte 2: Tubi"
2. UNI EN 1622 "Qualità dell'acqua - Determinazione della soglia di odore (TON) e della soglia di sapore (TFN)"

3. PAS 1075 "Pipes made from polyethylene for alternative installation techniques – Dimensions, technical requirements and testing"

Per ogni lotto di tubi forniti, il certificato di analisi del tipo & 3.1 EN 10204, fornito su richiesta, deve contenere i risultati delle prove relative alle seguenti proprietà:

- controlli dimensionali (UNI EN ISO 3126)
- indice di fluidità a 190 °C e 5 kg (UNI EN ISO 1133)
- tempo induzione all'ossidazione a 210 °C (UNI EN 728)
- allungamento % a rottura (UNI EN ISO 6259)
- resistenza alla pressione idrostatica  $\geq 165$  h a 80 °C  $\sigma$  5,4 MPa (UNI EN ISO 1167)

La marcatura dei tubi deve essere effettuata direttamente sulla superficie esterna ad intervalli non maggiori di 1 m, in modo da risultare leggibile durante lo stoccaggio e l'impiego, e deve fornire almeno le seguenti informazioni:

- nome del produttore:
- nome commerciale:
- Ø: .....
- spessore: .....
- PN: .....
- SDR: .....
- designazione materiale: PE100 RC
- norme/specifiche di riferimento: UNI EN 12201, PAS 1075
- marchi di conformità: KIWA, DIN CERTCO, ...
- data/ora di produzione: .....

## 12.8 Tubi e pezzi speciali di polietilene (PEAD) per gas metano

I tubi e i pezzi speciali in PEAD dovranno essere idonei al trasporto di gas naturale conformemente alle prescrizioni del D.M. 24/11/1984 ed al Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 16.04.2008.

Essi dovranno essere fabbricati per estrusione con resine derivate dalla polimerizzazione dell'etilene opportunamente stabilizzato con nero-fumo (2% in massa).

Non è ammesso l'utilizzo di tubi fabbricati mediante l'utilizzo di materiali riciclati.

Il suddetto materiale sarà comunque conforme alle seguenti norme SERIE S5:

- UNI EN 1555-1:2011 "*Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità*"
- UNI EN 1555-2:2011 "*Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi*"
- UNI EN 1555-3:2011 "*Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 3: Raccordi*"
- UNI EN 1555-4:2011 "*Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 4: Valvole*"
- UNI EN 1555-5:2011 "*Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema*"
- UNI CEN/TS 1555-7:2004 "*Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità*".

I tubi dovranno essere contrassegnati dal marchio di conformità I.I.P. dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici.

## 12.9 Tubi e pezzi speciali in PVC PN 16 per acqua potabile

I tubi e i pezzi speciali in PVC dovranno essere idonei al trasporto d'acqua potabile conformemente alle prescrizioni del D.M. 06/04/2004, n. 174.

- UNI EN 580 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di prova della resistenza al clorometano ad una temperatura specificata (DCMT)"*
- UNI EN 1452-1 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Generalità"*
- UNI EN 1452-2 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Tubi"*
- UNI EN 1452-3 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Raccordi"*
- UNI EN 1452-4 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Valvole ed attrezzature ausiliarie"*
- UNI EN 1452-5 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Idoneità all'impiego del sistema"*
- UNI EN 1452-6 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione"*
- UNI EN 1452-7 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per la valutazione della conformità"*
- UNI EN 1905 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro"*.

I tubi saranno ricavati per estrusione e dovranno essere esenti da qualsiasi difetto e corrispondere alle prescrizioni di qualità, fabbricazione e prove della norma UNI EN 1452/2. Pressione di esercizio PN 16. I tubi dovranno essere contrassegnati dal marchio di conformità I.I.P. dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici.

La connessione tra i tubi si realizzerà tramite un sistema di giunzione integrato del tipo bicchiere ad anello operante in soprapressione e depressione, garantito da una guarnizione preinserita e composta da un elemento di tenuta in elastomero EPDM rispondente alla norma UNI EN 681-1.

Tutte le guarnizioni dovranno essere state precedentemente testate in laboratorio e poter permettere una deviazione angolare pari ad almeno 3°.

Alla consegna di ogni specifica partita di materiale dovranno seguire in allegato:

- dichiarazioni di conformità rilasciata dal produttore per quella specifica partita
- copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test, relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni sopra esposte.

## **12.10 Tubi in PVC per fognature**

I tubi, i raccordi e gli accessori in PVC dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione UNI e gestito dall'Istituto Nazionale Italiano dei Plastici ed essere conformi alle norme di seguito riportate, tipo SN, contrassegnati con il marchio IIP:

- UNI EN 580 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di prova della resistenza al clorometano ad una temperatura specificata (DCMT)"*
- UNI EN 1905 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi, raccordi e materiali di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodo di valutazione del contenuto di PVC in base al contenuto totale di cloro"*
- UNI EN 1401-1:2009 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema"*
- UNI ENV 1401-2:2001 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per la valutazione della conformità"*

- UNI ENV 1401-3:2002 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Guida per l'installazione"*.

La connessione tra i tubi si realizzerà tramite un sistema di giunzione integrato del tipo bicchiere ad anello operante in sovrappressione e depressione, garantito da una guarnizione preinserita e composta da un elemento di tenuta in elastomero EPDM rispondente alle norme:

- UNI EN 681-1:2006 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-2:2005 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 2: Elastomeri termoplastici"*
- UNI EN 681-3:2005 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-4:2005 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato"*

Tutte le guarnizioni dovranno essere state precedentemente testate in laboratorio e poter permettere una deviazione angolare pari ad almeno 3°.

Alla consegna di ogni specifica partita di materiale dovranno seguire in allegato:

- dichiarazioni di conformità rilasciata dal produttore per quella specifica partita  
- copia dei certificati e delle registrazioni degli esiti dei test, relativi alle materie prime impiegate ed ai tubi oggetto della fornitura, che ne attestino la rispondenza alle prescrizioni sopra esposte.

Le barre avranno di norma lunghezza pari a 3 - m corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare la loro rispondenza alle norme indicate. I tubi dovranno essere in barre di m 3 con incorporate sulla barra giunto a bicchiere del tipo scorrevole con incorporata guarnizione elastomerica.

L'eventuale impiego di lunghezze inferiori a 1, 2, 3 m, ove sia necessario, non dà diritto all'Appaltatore alla modifica del prezzo espresso al metro lineare dell'unito elenco. Ogni segmento di tubo impiegato dovrà essere previsto di giunto elastico.

## 12.11 Tubi in PEAD corrugati a doppia parete

Tubo strutturato in PEAD a doppia parete, corrugato esternamente e liscio internamente, realizzato per coestrusione continua delle due pareti, prodotto da azienda certificata secondo UNI ES ISO 9002 in barre di qualsiasi lunghezza.

Il profilo, le dimensioni e le proprietà meccaniche del tubo dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme di seguito riportate, per tubi strutturati in PE di tipo B.

- UNI EN 13476-1 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali"*
- UNI EN 13476-2 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A"*
- UNI EN 13476-3 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B"*
- UNI EN 13476-4 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 4: Guida per la valutazione della conformità"*.

Il tubo dovrà essere dotato di Marchio P IIP/a, certificato di prova all'abrasione secondo DIN 19566-2, classe di rigidezza SN > (4) KN/mq rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969.



DIAMETRO ESTERMO (mm) 110-125-160-200-250-315-400-500-630-800-1000-1200.

Le singole barre dovranno avere le estremità tagliate perpendicolarmente all'asse vano tra anelli successivi. Le giunzioni fra le barre di tubo, ed i pezzi speciali, avverranno a mezzo di bicchiere corredato da guarnizioni elastomeriche, in EPDM, da posizionare singolarmente sulla prima gola di corrugazione di ciascuna testata del tubo, oppure mediante saldatura di testa per polifusione.

Le tubazioni della fornitura saranno condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, eventualmente accompagnate da dichiarazione di conformità della Ditta produttrice, saranno interrate dall'Impresa appaltatrice secondo le prescrizioni dell'IIP e la norma ENV 1046 inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudate in base alle modalità previste dal DM 12/12/85, ed adatte al convogliamento di fluidi a pelo libero fornite in barre di lunghezza di 3 m corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare la loro rispondenza alle norme indicate. I tubi dovranno essere in barre di m 3 con incorporate sulla barra giunto a bicchiere del tipo scorrevole con incorporata guarnizione elastomerica.

L'eventuale impiego di lunghezze inferiori a 1, 2, 3 m, ove sia necessario, non dà diritto all'Appaltatore alla modifica del prezzo espresso al metro lineare dell'unito elenco. Ogni segmento di tubo impiegato dovrà essere previsto di giunto elastico.

Nel caso le tubazioni siano utilizzate per la realizzazione di cavidotti interrati dovranno rispondere alle norme CEI, UNI, USL, legge 186/68, legge 46/90 ed a tutte le normative europee recepite dalla legislazione italiana sull'argomento.

### **12.12 Tubi in PP corrugati doppia parete**

Il tubo strutturato in polipropilene corrugato dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- UNI EN 13476-1 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali"*
- UNI EN 13476-2 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A"*
- UNI EN 13476-3 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B"*
- UNI CEN/TS 13476-4 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 4: Guida per la valutazione della conformità"*.

Sarà realizzato per coestrusione continua delle due pareti, prodotto da azienda certificata secondo UNI EN ISO 9002 in barre di qualsiasi lunghezza. La parete interna liscia dovrà essere di colore chiaro per facilitare l'ispezione visiva e con telecamere. Il profilo, le dimensioni e le proprietà meccaniche del tubo dovranno rispondere alle prescrizioni delle UNI 10968, prEN 13476-1 del gennaio 2001 per tubi strutturati in PP di tipo B.

DIAMETRO ESTERMO (mm) 160-200-250-315-400-500-630-800-1000-1200.

La classe di rigidità anulare, misurata secondo EN ISO 9969, sarà SN 16. Le singole barre dovranno avere le estremità tagliate perpendicolarmente all'asse nel vano tra anelli successivi. Le giunzioni fra le barre di tubo, ed i pezzi speciali, avverranno a mezzo di apposito bicchiere corredato da guarnizioni elastomeriche in EPDM conformi alle norme UNI EN 681-1-2-3 e 4, da posizionare singolarmente sulla prima gola di corrugazione di ciascuna testata del tubo, oppure mediante saldatura di testa per polifusione, oppure mediante bicchiere in linea secondo quanto indicato dalla Direzione dei Lavori

Le tubazioni della fornitura utilizzate come condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, eventualmente accompagnate da dichiarazione di conformità della Ditta produttrice, saranno interrate dall'Impresa

appaltatrice secondo le prescrizioni dell'IIP e la norma ENV 1046 inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudate in base alle modalità previste dal DM 12/12/85, ed adatte al convogliamento di fluidi a petto libero fornite in barre di lunghezza di 3 m, corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare la loro rispondenza alle norme indicate. I tubi dovranno essere in barre di m 6 con incorporato sulla barra giunto a bicchiere del tipo scorrevole con incorporata guarnizione elastomerica.

L'eventuale impiego di lunghezze inferiori a 1, 2, 3 m, ove sia necessario, non dà diritto all'Appaltatore alla modifica del prezzo espresso al metro lineare dell'unito elenco. Ogni segmento di tubo impiegato dovrà essere provvisto di giunto elastico.

Nel caso le tubazioni siano utilizzate per la realizzazione di cavidotti interrati dovranno rispondere alle norme CEI, UNI, USL, legge 186/68, legge 46/90 ed a tutte le normative europee recepite della legislazione italiana sull'argomento.

### 12.13 Tubi in PEAD spiralati

Tubo strutturato in PEAD spiralato (diametro nominale interno), realizzato per avvolgimento continuo di profilo a sezione rettangolare su mandrino, con all'interno apposite cavità circolari atte a garantirne e migliorarne il momento d'inerzia e quindi la resistenza ai carichi statici e dinamici.

Dimensioni e proprietà meccaniche dovranno essere in accordo con le norme per tubi strutturati in PE di tipo A2:

- UNI EN 13476-1 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali"*
- UNI EN 13476-2 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A"*
- UNI EN 13476-3 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B"*
- UNI CEN/TS 13476-4 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione - Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 4: Guida per la valutazione della conformità"*.

Le barre potranno essere di qualsiasi lunghezza.

Marchio P ILP/a.

La classe di rigidità anulare, misurata secondo ISO 9969.

DIAMETRO INTERNO (mm) 500-600-800-1000-1200-1500-1600-1800-2000.

Le giunzioni fra le barre di tubo, ed i pezzi speciali, avverranno a mezzo di apposito bicchiere pre-saldato su ciascuna barra con guarnizione elastomerica a doppio labbro polifusa nello stesso, oppure mediante saldatura di testa per polifusione.

Le tubazioni della fornitura utilizzate come condotte di scarico per fognature civili, industriali od agricole, eventualmente accompagnate da dichiarazione di conformità della Ditta produttrice, saranno interrate dall'Impresa appaltatrice secondo le prescrizioni dell'ILP e la norma ENV 1046 inerenti la corretta posa in opera, successivamente collaudate in base alle modalità previste dal DM 12/12/85, ed adatte al convogliamento di fluidi a petto libero fornite in barre di lunghezza di 6 - 12 m corredate di bicchiere di giunzione con anello di tenuta, quest'ultimo conforme alla norma UNI EN 681-1 di materiale elastomerico a labbro.

La Direzione dei Lavori ha facoltà di sottoporre presso laboratori qualificati e riconosciuti i relativi provini per accertare la loro rispondenza alle norme indicate. I tubi dovranno essere in barre di m 6 con incorporato sulla barra giunto a bicchiere del tipo scorrevole con incorporata guarnizione elastomerica.

L'eventuale impiego di lunghezze inferiori a 1, 2, 3 m, ove sia necessario, non dà diritto all'Appaltatore alla modifica del prezzo espresso al metro lineare dell'unito elenco. Ogni segmento di tubo impiegato dovrà essere provvisto di giunto elastico.

Nel caso le tubazioni siano utilizzate per la realizzazione di cavidotti interrati dovranno rispondere alle norme CEI, UNI, USL, legge 186/68, legge 46/90 ed a tutte le normative europee recepite della legislazione italiana sull'argomento.

## **12.14 Tubazioni in grès ceramico**

I tubi e pezzi speciali in grès ceramico dovranno essere conformi alla normativa:

- UNI EN 295-1 *"Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Specificazioni."*
- UNI EN 295-2 *"Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Controllo della qualità e campionamento."*
- UNI EN 295-3 *"Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Metodi di prova."*
- UNI EN 295-4 *"Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per elementi complementari speciali, elementi di adattamento e accessori compatibili."*
- UNI EN 295-5 *"Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti per i tubi perforati e per gli elementi complementari di gres."*
- DIN EN 295-10 *"Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento di liquami. Requisiti prestazionali."*

I singoli elementi dovranno essere di vero grès ceramico ad impasto omogeneo.

Le superfici interne ed esterne dei tubi, ad eccezione del bicchiere e della punta delle canne, dovranno essere verniciate.

Sulle dimensioni lineari, spessore escluso, si intende ammessa una tolleranza del +/- 5%.

Per le tubazioni il rapporto tra la freccia di curvatura e la lunghezza, riferito ai 4/5 centrali della canna, non deve superare lo 0,01.

I tubi e pezzi speciali devono essere muniti, sia sul bicchiere che sulla punta, di giunzioni elastiche morbide in poliuretano le quali dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- 1) Resistenza a trazione            2 N/mmq;
- 2) Allungamento alla rottura       90%;
- 3) Durezza                             67 □ 5 Shore A.

## **12.15 Tubi in ghisa sferoidale per fognature**

I tubi in ghisa sferoidale dovranno essere conformi alle norme:

- UNI EN 598 *"Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro giunti per fognatura - Requisiti e metodi di prova"*
- UNI ISO 2531 *"Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa sferoidale per condotte in pressione"*
- UNI ISO 4179 *"Tubi di ghisa sferoidale per condotte con o senza pressione - Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata - Prescrizioni generali"*
- UNI ISO 6600 *"Tubi di ghisa sferoidale - Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata - Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione"*
- UNI ISO 8179 *"Tubi di ghisa sferoidale - Rivestimento esterno di zinco"*
- UNI ISO 8180 *"Condotte di ghisa sferoidale - Manicotto di polietilene"*
- UNI 9163 *"Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - Giunto elastico automatico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto"*

- UNI 9164 "Tubi, raccordi e pezzi accessori di ghisa a grafite sferoidale per condotte in pressione - Giunto elastico a serraggio meccanico - Dimensioni di accoppiamento ed accessori di giunto"
- UNI EN 10242 "Raccordi di tubazione filettati di ghisa malleabile".

I tubi saranno zincati esternamente, centrifugati, ricotti e rivestiti con vernice di colore rosso bruno.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione 42 daN/mm<sup>2</sup>;
- allungamento minimo a rottura 10%;
- durezza Brinell 230 HB.

La lunghezza utile dovrà essere la seguente:

- per i diametri nominali fino a 600 mm incluso 6 metri;
- per i diametri nominali oltre 600 mm 6/7 e/o 8 metri.

I tubi dovranno avere un'estremità a banchiere per giunzione a mezzo di anello in gomma.

Il giunto, che dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, conforme alle norme UNI 9163/87.

La guarnizione realizzata in elastomero, dovrà presentare all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del banchiere ed una forma tronco conica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta sarà assicurata dalla reazione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma.

Le tubazioni dovranno essere inoltre rivestite internamente con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione secondo le norme UNI ISO 4179 ed EN 598/95. Lo spessore del cemento alluminoso dovrà essere pari a 4 - 5 mm per i DN dal 150 al 300 mm, pari a 7,5 mm per i DN da 400 a 1200 mm e pari a 9 mm per DN dal 1400 al 1800 mm. Esternamente le tubazioni sono rivestite con uno strato di zinco puro applicato per metallizzazione conforme alle norme UNI ISO 8179/86; successivamente le tubazioni sono verniciate con una vernice epossidica.

L'interno del banchiere e l'esterno dell'estremità liscia, parti metalliche a contatto con l'effluente, sono rivestiti con vernice epossidica.

I raccordi in ghisa sferoidale dovranno essere conformi alle norme UNI ISO 2531/81 ed UNI EN 598/95. In particolare i raccordi dovranno essere ottenuti mediante il procedimento produttivo del collaggio del metallo entro forme in sabbia e successiva sabbiatura.

La ghisa sferoidale impiegata dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione 40 da N/mm<sup>2</sup>;
- allungamento minimo a rottura 5%;
- durezza Brinell 250 HB.

I raccordi dovranno avere le estremità a banchiere per giunzioni a mezzo di anelli in gomma oppure a flangia; dovranno essere inoltre rivestiti internamente ed esternamente con vernici epossidiche.

#### **12.16 Tubazioni in cemento:**

I tubi in calcestruzzo di cemento per condotti devono essere ben calibrati di spessore e lunghezza uniforme, rettilinei, ben stagionati e compatti, con la superficie interna liscia e di sufficiente impermeabilità.

I bordi e la superficie devono essere privi di rotture, scheggiature e screpolature.

Il calcestruzzo impiegato per la confezione deve essere assimilato alla categoria Rck 250.

- UNI EN 588-1 "Tubi di fibrocemento per fognature e sistemi di scarico. Tubi, raccordi e accessori per sistemi a gravità"
- UNI EN 1444 "Tubi di fibrocemento. Guida per la posa e le pratiche di cantiere".

#### **12.17 Tubi in cemento vibro-compresso - Giunti a banchiere per fognature a gravità e in pressione:**

I tubi in cemento vibro-compresso semplice o armato, debbono essere dosati a non meno di q 3,5 di cemento tipo 425 per mc, con impiego di inerti di granulometria appropriata onde ottenere una massa omogenea e compatta. I tubi devono essere ben stagionati, rettilinei, a sezione interna perfettamente circolare, di spessore uniforme e senza screpolature.

Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Le tubazioni

dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della legge 10-05-1976 n. 319, recanti le norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8% in massa.

I tubi e i pezzi speciali non armati dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI Sperimentali 9534/89 *"Tubi di calcestruzzo non armato per fognature, a sezione interna circolare, senza piede di appoggio."*

I tubi e i pezzi speciali in fibrocemento dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI EN 512 *"Prodotti di fibrocemento - Tubi e giunti per condotte in pressione"*.

I tubi e i pezzi speciali non armati, rinforzati con fibre di acciaio dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI EN 1916/04 *"Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali."*

Le tubazioni in cemento armato prefabbricato a sezione circolare con o senza piano d'appoggio e bicchiere esterno dovranno di norma avere lunghezza non inferiore a m 2,00. Le guarnizioni di tenuta in gomma sintetica posizionate sul giunto maschio dovranno essere conformi alle norme UNI EN 681-1/97 atte a garantire una tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio non inferiore 0,5 atmosfere. La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna richiesta in progetto e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalle norme UNI 8520/02, UNI 8981/99, dal D.M. 12-12-1985 e circolare Ministeriale LL.PP. n. 27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992. La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non dovrà essere inferiore a 45 MPa (450 kg/cm<sup>2</sup>).

I tubi e i pezzi speciali armati per condotte in pressione dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI EN 639/96, UNI EN 640/96 e UNI EN 641/96.

Le superfici interne ed esterne devono essere perfettamente lisce. Tutta la superficie di innesto dei tubi, sia nella parte a maschio sia in quella a femmina, deve risultare perfettamente integra.

La lunghezza dell'innesto dei tubi deve essere almeno uguale al loro spessore. L'impasto deve essere ben compatto e senza soluzioni di continuità, il conglomerato deve essere così intimamente mescolato che gli elementi del ghiaietto e del pietrisco dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza staccarsi dalla malta.

L'armatura metallica sarà tale da garantire la più assoluta sicurezza per le condizioni di impiego della tubazione.

Le estremità dei tubi il cui giunto è da realizzarsi con anello in neoprene devono avere l'apposita scanalatura di sede per l'anello stesso.

I tubi in cemento armato dovranno rispettare le prescrizioni contenute dalle norme:

- UNI EN 639: 1996 *"Prescrizioni comuni per tubi in pressione di calcestruzzo, inclusi giunti e pezzi speciali"*
- UNI EN 640: 1996 *"Tubi in pressione di calcestruzzo armato e tubi in pressione di calcestruzzo con armatura diffusa (del tipo senza cilindro), inclusi giunti e pezzi speciali"*
- UNI EN 641: 1996 *"Tubi in pressione di calcestruzzo armato del tipo con cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali"*
- UNI EN 642: 1996 *"Tubi in pressione di calcestruzzo precompresso con cilindro e senza cilindro, inclusi giunti e pezzi speciali, e prescrizioni specifiche per l'acciaio di precompressione dei tubi"*.

## 12.18 Anelli elastici per giunzioni di tubi

### 12.18.1 Ambito di validità

Le seguenti prescrizioni stabiliscono i requisiti delle guarnizioni ad anello di elastomero compatto, usate per giunti di tubazioni di qualunque dimensione e forma di sezione. Esse si applicano quindi alle guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni qualunque sia il materiale impiegato nella costruzione delle stesse, includendo: ghisa, acciaio, gres, fibrocemento, cemento armato ordinario e precompresso e materie plastiche.

Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente articolo, valgono le norme:

- UNI EN 681-1 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 1: Gomma vulcanizzata"*
- UNI EN 681-2 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 2: Elastomeri termoplastici"*
- UNI EN 681-3 *"Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 3: Materiali cellulari di gomma vulcanizzata"*

- UNI EN 681-4 "Elementi di tenuta in elastomero - Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico dell'acqua - Parte 4: Elementi di tenuta di poliuretano colato".

### 12.18.2 Classificazione

I vulcanizzati utilizzati per la costruzione di anelli di tenuta sono suddivisi nelle sei classi di durezza normale IRHD seguenti:

40, 50, 60, 70, 80 e 88.

Questi valori devono considerarsi come preferenziali.

Ove siano richiesti valori di durezza diversi da quelli nominali, il prodotto va riferito alla classe di durezza nominale più prossima.

Per durezza IRHD intermedie e cioè: 45, 55, 65, 75 e 84, valgono i requisiti richiesti per la classe di durezza immediatamente inferiore.

### 12.18.3 Prescrizioni di qualità

#### 12.18.3.1 – Caratteristiche fisico-meccaniche

I Limiti di accettabilità dei parametri fisico-meccanici e di resistenza ad azioni deterioranti relativi a ciascuna classe sono riportati nella Tabella 23.

I valori minimi ammissibili del carico di rottura sono riportati nella Tabella 24.

*Tabella 23: Requisiti relativi alle caratteristiche fisico-meccaniche delle guarnizioni di tenuta ad anello elastico*

Caratteristica	Classe					
	1	2	3	4	5	6
	Valore limite					
Durezza nominale IRHD	40	50	60	70	80	88
Campo di durezza IRHD	35 a 45	46 a 55	56 a 65	66 a 75	76 a 84	85 a 91
Tolleranza sulla durezza IRHD	± 5	± 5	± 5	± 5	± 4	± 3
Allungamento a rottura (min) %	450	400	325	200	125	100
Deformazione residua a compressione						
dopo 22 h a 70 °C (max) %	25	25	25	25	25*	25*
dopo 70 h a 23 °C (max) %	10	10	10	15	15*	15*
Invecchiamento (168 h a 70 °C)						
Variazione di durezza IRHD (max)	+8 5	+8 5	+8 5	+8 5	+8 5	±5
Diminuzione di carico di rottura (max) %	15	15	15	15	20	20
Allungamento a rottura (limiti di variazione max)	+ 10/20	+ 10/20	+ 10/20	+ 10/20	+ 10/30	+ 10/30
Variazione di volume per immersione in acqua neutra (max) %	+ 8 0	+ 8 0	+ 8 0	+8 0	+8 0	+8 0
Variazione di volume per immersione in soluzioni acide o basiche (max) %	±3	±3	±3	±3	±3	±3
Rilassamento della forza a compressions dopo 166 h a 23 °C (max) %	15	15	15	15	18*	18*
Aumento max di durezza IRHD dopo 22 h a 10 °C	10	10	10	—	—	—
Resistenza all'ozono	**	**	**	**	**	**

[\*] I valori si applicano ai materiali di durezza nominale IRHD di 80 e 88 soltanto quando essi svolgono una diretta funzione di tenuta.

[\*\*] Nessuna screpolatura visibile ad occhio nudo.

*Tabella 24: Requisiti relativi al carico di rottura a trazione delle guarnizioni di tenuta ad anello elastico*

Caratteristica	Classe					
	1	2	3	4	5	6
	Valore limite					
Carico di rottura (min)						
— per gomma naturale Mpa	14	13	12	11	10	8
— per elastomeri sintetici Mpa	9	9	9	9		

Nel caso di mescolanze nelle quali si utilizzino elastomeri sintetici in taglio con gomma naturale, valgono i limiti fissati per il tipo di elastomero presente in quantità uguale o maggiore del 50% della quantità totale di elastomeri impiegati.

#### 12.18.3.2 – Composizione

La mescolanza di elastomeri con la quale vengono fabbricate le guarnizioni deve essere esente da rigenerato.

#### 12.18.3.3 – Forme e dimensioni

Gli spessori e le circonferenze degli anelli di tenuta devono essere determinati in funzione delle dimensioni dei condotti, previa intesa con la Stazione appaltante.

Le tolleranze degli spessori rispetto alle misure nominali sono indicate nella *Tabella 25*.

La lunghezza della circonferenza può scostarsi dal valore nominale al massimo del 2% ( $\pm$ ).

*Tabella 25: Tolleranze degli spessori degli anelli di tenuta a struttura compatta*

Campo degli spessori nominali (mm)	Scostamenti ammissibili
da 6 a 9	0 ÷ +0,4
da 9 a 10	0 ÷ +0,5
da 10 a 18	-0,4 ÷ +0,8
da 18 a 30	-0,4 ÷ +1,2
da 30 a 50	-0,4 ÷ +1,6

Le eventuali bave non devono pregiudicare la tenuta e, se non in zona di tenuta, devono avere uno spessore non maggiore di 0,4 mm e una larghezza non maggiore di 0,8 mm.

Per le guarnizioni estruse, la saldatura non deve causare alcuna discontinuità di sezione che pregiudichi la tenuta.

#### 12.18.3.4 Marcatura

Quando possibile, ogni guarnizione deve essere marcata in modo indelebile e secondo le modalità concordate con la Stazione appaltante in relazione ai procedimenti di lavorazione; la marcatura deve riportare almeno le indicazioni seguenti:

- il nome od il marchio del fabbricante;
- l'anno e, ove possibile, il mese di fabbricazione;
- il codice di identificazione.

La marcatura deve essere effettuata in una zona che non pregiudichi la funzionalità della guarnizione.

Quando la marcatura non è possibile, perché per esempio per le ridotte dimensioni della guarnizione potrebbe pregiudicarne la funzionalità, le guarnizioni devono essere raccolte in opportuni imballaggi (per esempio scatole) su cui siano riportate le indicazioni di cui sopra.

#### 12.18.3.5 Prove

La preparazione dei provini, il campionamento e le misure di durezza, carico ed allungamento a rottura, deformazione residua a compressione, invecchiamento accelerato in aria, variazione di volume in acque neutre ed in soluzioni acide e basiche, rilassamento della forza, variazione di durezza a bassa temperatura e resistenza all'ozono vengono eseguite secondo le modalità della norma UNI 4920.

### *12.18.3.6 Immagazzinamento*

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in un locale sufficientemente asciutto, fresco ed oscuro; in ogni caso è da evitare la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari sulle guarnizioni stesse.

### *12.18.3.7 Controlli e collaudo della fornitura*

Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi della normativa vigente, verranno eseguite conformemente alle norme UNI 4920 "Prodotti finiti di elastomeri. Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acquedotti e di scarico. Requisiti e prove".

## **12.19 Camerette d'ispezione prefabbricate o gettate in opera**

### *12.19.1 Prescrizioni relative alla fornitura*

#### *12.19.1.1 – Definizione*

Le norme seguenti si riferiscono ai manufatti e dispositivi diversi prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato o unite a parti di ghisa, che non siano oggetto di una specifica regolamentazione.

In presenza di apposite disposizioni di legge o di regolamenti, le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

#### *12.19.1.2 – Prescrizioni costruttive*

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua-cemento, alle modalità d'impasto e di getto e alle forme. Il fabbricante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità più avanti indicate.

All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti.

Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm di calcestruzzo. I prefabbricati, anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.

Tutti gli elementi prefabbricati devono essere dotati di fori non passanti per l'inserimento dei gradini antiscivolo.

### *12.19.1.3 Prescrizioni di qualità*

#### *12.19.1.3.1 – Caratteristiche generali*

Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica pari a:

- 200 kg/cm<sup>2</sup> per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;
- 400 kg/cm<sup>2</sup> per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrioni d'accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali ecc.).

Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza e la durata.

#### *12.19.1.3.2 Resistenza meccanica*

Gli anelli dei pozzi circolari costituenti i manufatti prefabbricati devono resistere ad una forza di compressione al vertice pari a 80 kN/m.

#### *12.19.1.3.3 Impermeabilità*

Tutte le parti dei pozzi prefabbricati, inclusi i collegamenti, sottoposte a sovrappressioni idriche interne ed esterne da 0 a 0,5 bar, devono conservarsi durevolmente impermeabili. Nelle prove di impermeabilità di ciascun pezzo, sottoposto alla pressione interna di 0,5 bar, non si deve superare l'aggiunta media di acqua pari a 0,07 l/m<sup>2</sup> di superficie interne bagnata.



Le prove sulla produzione ordinaria e le prove dirette ai sensi della normativa vigente dovranno essere eseguite conformemente alla norma DIN 4034.

## 12.20 Pozzetti prefabbricati per la raccolta delle acque stradali

I pozzetti per la raccolta delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato, con caditoia conforme alle norme. A seconda delle indicazioni del progetto, potranno essere prescritti e realizzati mediante associazione dei pezzi idonei, pozzetti con o senza sifone. La luce netta dei vari elementi sarà di 500 mm; quella del tubo di scarico di 160 mm.

I pozzetti dovranno essere forniti perfettamente lisci e stagionati, privi di cavillature, fenditure, scheggiature o altri difetti. Essi dovranno essere confezionati come segue:

- sabbia e ghiaietto fino a mm 10 kg 11.000
- cemento kg 450
- acqua l 110
- prodotto impermeabilizzante nella quantità indicata della Direzione dei Lavori.

Gli eventuali cestelli per la raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con tondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Su tutte le strade dotate di marciapiedi e/o aiuole laterali saranno da realizzare caditoie del tipo "a bocca di lupo". Nel caso sia prevista l'installazione dei cestelli per il fango, potrà essere prescritto che la griglia sia munita di una tramoggia per la guida dell'acqua.

## 12.21 Pozzetti multiutenza per fognatura

Fondi (o basi) per pozzetti averti superfici lisce sia all'interno sia all'esterno, privi di ondulazioni, per acque reflue di sistemi fognari civili e/o industriali costruiti in polipropilene PP e/o in polietilene PE con altezza [h] 400 mm.

I fondi per pozzetti devono essere di tipo stampato in monoblocco, in modo tale da garantire l'impermeabilizzazione, con diametri [D] aventi sezione 160 o 200 (mm) e derivazioni d'uscita [d] 160 o 200 (mm) e dotate di un bicchiere nel quale è preinserito ed alloggiato un giunto in elastomero di tenuta in gomma flessibile conforme alla norma UNI EN 681-1, in modo tale da assicurare la tenuta quando verrà posato in opera e verrà accoppiato con la parte maschio di un altro tubo. La camera dei pozzetti della fornitura deve essere dotata di fondo di scorrimento in modo tale da assicurare la continuità del fluido trasportato facilitandone lo scorrimento (a valle) del refluo in modo tale da prevenire inclusioni. I fondi per pozzetti, prodotti e/o commercializzati in Aziende che operano in regime di Assicurazione Qualità in conformità alla norma UNI EN ISO 9002 ed in possesso della relativa certificazione rilasciata da Organismo riconosciuto dal CISQ, saranno di colore RAL 8023.

- Prolunga fino a raggiungere h 1000 (mm) di diametro 400 (mm).
- Chiusino in ghisa sferoidale C250 UNI EN 124.
- Guarnizioni per la tenuta idraulica.
- Il chiusino dovrà essere in ghisa sferoidale GS 500-7 conforme alla classe C250 della norma UNI-EN124 (1995) con luce netta pari al diametro DN 540 mm, dimensione esterna pari a diametro 680 mm ed altezza pari a 75 mm.
- La piattabanda di fondazione sarà in calcestruzzo dello spessore di cm 10 e spessore delle pareti di almeno cm 10.
- Rinfianco con materiale arido compattato, la carotazione della condotta civica, l'allaccio dal pozzetto multiutente secondario fino alla condotta civica con innesto per il gres da fornirsi a parte, oppure, l'allaccio dal pozzetto multiutente al pozzetto principale con condotta in PVC pari al diametro dell'uscita dal pozzetto per una distanza fino a 10,00 m.

La tenuta fra il pozzetto e le tubazioni dovrà essere realizzata senza l'impiego di sigillanti aggiuntivi.

## 12.22 Camerette d'ispezione prefabbricate DN 1000

Pozzetto d'ispezione in calcestruzzo vibrato con base di appoggio in calcestruzzo magro, rinfianchi in materiale incoerente, collegamento delle tubazioni, controllo idraulico per la tenuta idraulica senza l'impiego di sigillanti o stuccature di qualsiasi natura sia per gli innesti principali che per gli eventuali allacciamenti.

Il pozzetto d'ispezione dovrà essere in calcestruzzo vibrato realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, con camera di diametro interno di 1200 mm, con spessore minimo della parete di 150 mm per innesti fino a diametro 350 mm, spessore 230 mm per innesti fino a 600 mm.

Il pozzetto per altezze fino a circa tre metri, dovrà essere realizzato in due soli elementi: la base completa con fori d'innesto, rivestimento interno in polycrète (malta polimerica derivante da miscelazione di opportune dosi di inerti selezionati di granulometria 0-2 mm, resina poliestere, additivi, reagenti e indurenti: spessore minimo del rivestimento 2 cm), con sagomatura del fondo e l'elemento monolitico di rialzo ad altezza come da progetto completo di cono di riduzione fino al diametro di circa 600 mm necessario alla posa del chiusino.

Il giunto tra la base e l'elemento monolitico di rialzo dovrà essere sagomato sia nel maschio sia nella femmina, in modo da garantire le tolleranze ottimali per la compressione della gomma costituente la guarnizione.

Per facilitarne il montaggio, il giunto dovrà presentare l'elemento femmina nella base. L'anello di tenuta in gomma sintetica, dovrà essere incorporato durante il getto e sarà protetto da un idoneo elemento in polistirolo. Quest'ultimo e le guarnizioni per gli innesti delle tubazioni principali e secondarie dovranno avere una durezza della gomma di 40 +/- 5° IRHD conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, ISO 4633, UNI EN 681.1.

Le tolleranze dimensionali, controllate e registrate in stabilimento di produzione, riferite alla circolarità dell'elemento maschio e femmina del pozzetto e dei fori per gli innesti delle tubazioni principali, dovranno essere comprese tra 1-2 ‰ delle dimensioni nominali.

La produzione dei pozzetti dovrà essere controllata nelle varie fasi in analogia a quanto previsto nelle tabelle, dalla prima alla quinta, della guida applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità aziendale per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.

I pozzetti, i collegamenti tra le basi e gli elementi monolitici di rialzo e gli innesti con le condotte dovranno essere a perfetta tenuta idraulica.

La posa sarà preceduta da: lubrificazione delle guarnizioni per gli innesti delle tubazioni; rimozione della protezione in polistirolo della cavità di espansione della gomma e della lubrificazione della stessa e dell'elemento maschio da effettuarsi con apposito lubrificante.

Sistemi di sollevamento previsti in osservanza al D.L. 494/96.

### 1 Normative di riferimento

- UNI 4920 "Prodotti finiti di elastomeri. Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acquedotti e di scarico. Requisiti e prove"
- DIN 4060 "Prodotti di tenuta a base elastomerica per giunti di tubazioni in canalizzazioni e fognature"
- ISO 4633 "Rubber seals - Joint rings for water supply, drainage and sewerage pipelines. Specification for materials"
- EN 681.1 "Elastomeric seals Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage application part 1: vulcanized rubber"
- DIN 4034/95 "Pozzetti d'ispezione in calcestruzzo. Misure, capitolato tecnico"
- UNI 8981 "Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo"
- DM 12.12.85 "Norme tecniche relative alle tubazioni Circ. LL.PP. 27291 Istruzioni relative alle normative per le tubazioni"
- ATV A127 "Guideline for the statical analysis of sewage channels and pipelines"
- prEN N509E "Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced".

## 12.23 Pozzetti in PEAD per fognatura

Pozzetto stampato DN modulare di polietilene media densità per altezze di scorrimento fino a 5 m, prodotto con polietilene vergine al 100%, avente densità 0,930 kg/dm<sup>3</sup> (ISO 1183), fornito da azienda certificata UNI EN ISO 9001/2000. Per altezze di posa fino a 5,0 m il pozzetto finito dovrà garantire la resistenza a pressione statica uguale alla pressione dell'acqua in condizioni di pieno carico; per altezze superiori dovrà garantire la tenuta alla pressione massima pari a 50 kPa.

Il pozzetto dovrà essere predisposto per ispezionabilità con gradini composti da pioli in alluminio rivestiti in polietilene in fase di stampaggio, con interasse costante di 250 mm (conforme alle DIN 19555, DIN 1264, DIN 4034 T1, DIN 19549).

I pozzetti saranno costituiti dalla combinazione dei seguenti elementi: Base in PE md DN 800 predisposta per il collegamento di tubazioni in PVC, PP e PE di diametro esterno massimo 450 mm in ingresso, comprendente n. 3 ingressi, di cui uno in linea e due laterali a 67° e una uscita di diametro massimo 500 mm.

Al fine di agevolare il mantenimento della velocità dei fluidi la quota di scorrimento presenterà una pendenza pari a 1,0%.

Prolunga in PE md DN o con condotte in PEAD corrugate SN8 a sezione circolare, incorporante gradini di alluminio con sezione di profilo quadrata completamente rivestiti di polietilene all'interno del pozzetto in fase di stampaggio e con possibilità di inserimento di elementi antiscivolo, posti alla distanza di 250 mm l'uno dall'altro, dotata di nervature esterne strutturate di rinforzo e ancoraggio al terreno.

Cono di riduzione eccentrico in PE md DN x625 a sezione circolare, con possibilità di regolazione centimetrica in difetto per piano strada pari a 250 mm, ridotto fino a diametro interno pari a 625 mm (conforme DIN 4034 T1), incorporante gradini di alluminio con sezione di profilo quadrata completamente rivestiti di polietilene all'interno del pozzetto in fase di stampaggio e con possibilità di inserimento di elementi antiscivolo, posti alla distanza di 250 mm l'uno dall'altro, dotata di nervature esterne strutturate di rinforzo e ancoraggio al terreno.

I vari moduli presentano scanalature per facilitarne l'assemblaggio; per assicurare la completa tenuta idraulica.

Tutti gli elementi del pozzetto, l'uscita e gli ingressi, anche a interassi diversi, saranno assemblati mediante una saldatura per estrusione con apporto di un cordone di materiale estruso, da parte di personale patentato secondo la norma DVS 2212 Parte 2, i tronchetti/bicchieri di entrata ed uscita saranno realizzati come da progetto.

Sono compresi:

- la piattabanda di fondazione in calcestruzzo di cemento tipo 325 a q.li 3,00 al mc dello spessore minimo di cm 20;
- il getto per la sagomatura ed il rinfiacco delle eventuali tubazioni fognali sul fondo dello stesso;
- la soletta superiore in cemento armato dello spessore cm 15 da calcolarsi per sopportare sovraccarichi di entità pari a quelli previsti per i ponti stradali;
- lo scavo;
- il rinfiacco con materiale arido stabilizzato cementato o calcestruzzo magro per lo spessore di almeno 40 cm;
- il carico, il trasporto e lo scarico a rifiuto dei materiali di risulta fino a qualsiasi distanza;
- i giunti e i raccordi.

## 12.24 Dispositivi di chiusura e di coronamento

Il presente articolo si applica ai dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione ed ai dispositivi di coronamento dei tombini per la raccolta delle acque di scorrimento in superficie. Per tutto quanta non espressamente precisato nel presente articolo, valgono le norme europee EN 124: 1995 *"Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità"*.

### 12.24.1 Classificazione

I dispositivi di chiusura e di coronamento sono divisi nelle classi di seguito elencate, correlate al luogo di installazione:

- Classe A 15: Zone usate esclusivamente da pedoni e ciclisti e superfici paragonabili quali spazi verdi.
- Classe B 125: Marciapiedi, zone pedonali aperte solo occasionalmente al traffico veicolare e superfici paragonabili, aree di parcheggio e parcheggi a più piani per macchine.
- Classe C 250: interessa esclusivamente i dispositivi di coronamento installati su banchine carrabili e nelle cunette ai bordi delle strade, che si estendono al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi, misurati a partire dal bordo del marciapiede.
- Classe D 400: vie di circolazione normale, incluse le zone pedonali in cui il traffico è vietato per certi periodi.
- Classe E 600: vie di circolazione private sottoposte a carichi assiali particolarmente elevati.
- Classe F 900: zone speciali, in particolare aeroportuali.

### 12.24.2 Materiali

#### 12.24.2.1 – Prescrizioni generali

Per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, potranno essere utilizzati i seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo;

Per la fabbricazione delle griglie, che permettono la raccolta delle acque di scorrimento, potranno essere utilizzati seguenti materiali, secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale.

Di norma il riempimento dei coperchi dovrà essere realizzato in calcestruzzo e, solo previo consenso della Direzione dei Lavori, in altro materiale adeguato.

#### 12.24.2.2 – Fabbricazione, qualità e prove

La fabbricazione, la qualità e le prove dei materiali sotto elencati devono essere conformi alle norme ISO e alle seguenti Euronorme:

- Ghisa a grafite lamellare - ISO/R 185 - Classificazione della ghisa grigia.
- Ghisa a grafite sferoidale - ISO 1083 - Ghisa a grafite sferoidale o grafite nodulare.

Il calcestruzzo utilizzato per l'eventuale riempimento dei coperchi dovrà avere la seguente composizione:

- Cemento Portland (CPA 45 o 55) = 400 kg/m<sup>3</sup>
- Sabbia di fiume 0,3/5 mm = 700 kg/m<sup>3</sup>
- Ghiaia silicea 6/15 mm = 1120 kg/m<sup>3</sup>

Il calcestruzzo finale dovrà avere una densità superiore a 2,4.

La resistenza caratteristica alla compressione del calcestruzzo dopo 28 giorni deve essere non minore di:

- 45 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cubica con 150 mm di spigolo;

oppure

- 40 N/mm<sup>2</sup> su una provetta cilindrica di 150 mm di diametro a 300 mm di altezza.

Il rivestimento in calcestruzzo dell'armatura deve avere uno spessore di almeno 20 mm sulle parti superiori ed inferiori del coperchio, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lamiera d'acciaio.

#### 12.24.3 Caratteristiche costruttive

##### 12.24.3.1 – Generalità

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso. Quando un metallo viene usato in abbinamento con calcestruzzo o con altro materiale, deve essere ottenuta tra loro un'aderenza soddisfacente.

##### 12.24.3.2 – Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura siano previsti con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione deve essere conforme ai valori della *Tabella 26*.

*Tabella 26: - Aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura*

	Superficie minima d'aerazione
≤ 600 mm	5% della superficie del cerchio che ha per diametro la dimensione di passaggio
> 600 mm	140 cm <sup>2</sup>

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere le seguenti dimensioni:

- a) *Scanalature:*
- lunghezza fino a 170 mm
  - larghezza maggiore di 18 mm fino a 25 mm per le classi A 15 e B 125  
maggiore di 18 mm fino a 32 mm per le classi da C 250 a F 900;
- b) *Fori:* diametro da 30 mm a 38 mm.

Sotto i dispositivi di chiusura muniti di aperture di ventilazione, potrà essere richiesta l'installazione di un elemento mobile pulitore destinato a trattenere i frammenti penetrati dalle aperture.

#### 12.22.3.3 – Dimensione di passaggio

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 600 mm, per consentire il libero passaggio di persone attrezzate con un apparecchio di respirazione.

#### 12.24.3.4 – Profondità d'incastro

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, che hanno una dimensione di passaggio minore o uguale a 350 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm.

Questa prescrizione non si applica ai dispositivi il cui coperchio o griglia è fissato nella posizione corretta, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico.

#### 12.24.3.5 – Sedi

La superficie sulla quale appoggiano i coperchi e le griglie nel loro quadro deve essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti, garantendo così la stabilità e la non emissione di rumore. A tal fine, la Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere l'adozione di speciali supporti elastici.

#### 12.24.3.6 – Protezione degli spigoli

Gli spigoli e le superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti mediante una guarnizione in ghisa o in acciaio con lo spessore indicato nella *Tabella 27*.

*Tabella 27: - Spessore della protezione in ghisa o acciaio degli spigoli e delle superfici di contatto*

Classe	Spessore minimo (mm)
A15	2
B 125	3
C 250	5
D 400	6

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra quadro e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi E 600 e F 900 deve essere conforme alle indicazioni specifiche di progetto.

#### 12.24.3.7 – Dimensioni delle sbarre

Nelle griglie delle classi A 15 e B 125, le sbarre devono avere le dimensioni indicate nella *Tabella 28*.

*Tabella 28: Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi A 15 e B125*

Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
da 8 a 18	non limitata
19 a 25	170

Nelle griglie delle classi da C 250 a F 900 le dimensioni delle sbarre sono fissate dalla *Tabella 29* in relazione all'orientamento dell'asse longitudinale di queste aperture rispetto alla direzione del traffico.

*Tabella 29: Dimensioni delle sbarre per le griglie delle classi da C 250 a F 900*

	Orientamento rispetto alla direzione del traffico	Larghezza (mm)	Lunghezza (mm)
n. 1	da 0° a <45° e da >135° a 180°	≤ 32	170
n. 2	da 45° a 135°	da 20 a 42*	non limitata

#### *12.24.3.8 – Superficie libera di passaggio per griglie e caditoie*

*Tabella 30: Superficie libera di passaggio per griglie e caditoie*

Dimensione (cm)	N° asole	Superficie di scarico (dm <sup>2</sup> )
50 x 50	30	11,8
25 x 75	30	6,8
23 x 100	40	11,7

#### *12.24.3.9 – Cestelli*

Nel caso di utilizzazione di cestelli, quando il cestello è riempito devono essere assicurati il passaggio delle acque e l'aerazione.

#### *12.24.3.10 – Stato della superficie*

La superficie superiore delle griglie delle classi da D 400 a F 900 deve essere piana.

Le superfici superiori in ghisa o in acciaio dei dispositivi di chiusura devono avere una conformazione che renda queste superfici non sdruciolevoli e libere da acque di scorrimento.

#### *12.24.3.11 – Sbloccaggio e rimozione dei coperchi*

Deve essere previsto un dispositivo per assicurare lo sbloccaggio effettivo dei coperchi prima della loro rimozione e la sicurezza durante la rimozione.

I coperchi delle camerette di ispezione posate in aree verdi ed in terreni privati devono essere inoltre dotati di idonei dispositivi di chiusura anti-intrusione.

#### *12.24.4 Marcatura*

Tutti i coperchi, le griglie ed i quadri devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio n 400 - E 600);
- il nome e/o la sigla del fabbricante;
- l'indicazione della Stazione appaltante;
- l'eventuale riferimento ad un marchio di conformità.

Le marcature devono essere visibili anche dopo l'installazione dei dispositivi.

#### *12.24.5 Prove di resistenza*

Le prove di seguito descritte devono essere realizzate sui dispositivi di chiusura o di coronamento presentati sotto forma d'insiemi e nel loro stato d'utilizzazione.

Gli insiemi destinati alle prove devono essere preventivamente sottoposti a un controllo di conformità alle prescrizioni dei precedenti punti 2, 3 e 4.

#### *12.24.5.1 – Forza di controllo*

Ciascuna delle classi dei dispositivi di chiusura e di coronamento deve essere sottoposta alla forza di controllo indicata nella *Tabella 31*.

*Tabella 31: Forza di controllo dei dispositivi di chiusura e di coronamento*

Classi	Forza di controllo (kN)
A 15	15
B 125	125
C 250	250
D 400	400
E 600	600
F 900	900

#### *12.24.5.2 – Apparecchiatura di prova*

L'apparecchiatura di prova, costituita da una pressa idraulica e da punzoni, deve avere le caratteristiche ed essere messa in opera secondo le modalità descritte della Norma Europea EN 124.

#### *12.24.5.3 – Procedimenti di prova e resistenza*

Tutti i dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere sottoposti alle seguenti prove:

- misura della freccia residua del coperchio o della griglia dopo l'applicazione dei due terzi della forza di controllo;
- applicazione della forza di contraltro.

#### *12.24.5.4 – Misura della freccia residua*

La velocità di incremento del carico deve essere compresa fra 1 e 3 kN al secondo e applicata uniformemente fino ai due terzi della forza di controllo; la forza così applicata sull'insieme viene successivamente eliminata; questa operazione deve essere ripetuta 5 volte.

Al termine deve essere misurata la freccia residua; essa corrisponde alla differenza dei valori misurati prima del primo e dopo il quinto incremento di carico; la freccia non deve superare i valori indicati nella *Tabella 32*.

*Tabella 32: Freccia residua ammissibile nel coperchio e nella griglia dei dispositivi di chiusura e di coronamento*

Classe	Freccia residua ammissibile (mm)
A 15 e B 125 da C 250 a F 900	1/5 della dimensione di passaggio

Sui dispositivi in calcestruzzo, dopo l'esecuzione di questa prova, non devono apparire nel calcestruzzo armato fessurazioni superiori a 0,2 mm di larghezza.

#### *12.24.5.5 – Applicazione della forza di controllo*

Al termine della prova descritta al punto precedente, si effettua un incremento di carico ad una velocità uniforme compresa tra 1 e 3 kN/s senza interruzione fino a quando viene raggiunta la forza di controllo.

Nessuna fessurazione deve apparire, durante la prova, sui dispositivi composti da ghisa ed acciaio, eventualmente in associazione al calcestruzzo. Per quelli realizzati in calcestruzzo armato, l'applicazione della forza di controllo non deve dar luogo a perdite di aderenza tra il calcestruzzo e le armature di acciaio.

### **12.25 Dispositivi di chiusura e di coronamento per fognatura per pozzetti principali**

Prescrizioni :

- Chiusino con marchio di fabbricazione CEE, con passo d'uomo Ø 600 mm, in ghisa sferoidale 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla Classe D400 della norma UNI-EN 124 (1995) con carico di rottura > 400 kN.

Costituito da:

- Coperchio Ø 650 mm dotato di apposita maniglia a scomparsa che ne permette il bloccaggio e le manovre di apertura/chiusura senza l'ausilio di attrezzi. Il coperchio autocentrante sul telaio mediante 5 guide, deve essere articolato ed avere un angolo di apertura non inferiore a 120° circa, essere estraibile dal telaio ed avere bloccaggio di sicurezza antichiusura accidentale in posizione aperta a 90°.
- Il telaio, altezza 100 mm, deve essere dotato di guarnizione in polietilene antirumore ed antibasculamento ed avere struttura alveolare per ottimizzare la presa nella malta cementizia; quest'ultimo potrà essere quadrato, 850 x 850 mm, od ottagonale (inscritto Ø 850 mm) con luce netta Ø 600 mm.
- Rivestimento protettivo mediante vernice idrosolubile non tossica e non inquinante.

Sul coperchio e sul telaio devono essere riportati i seguenti marcaggi:

- UNI-EN 124 / EN 124
- Classe D 400
- Nome o logo del produttore e luogo di fabbricazione che può essere in codice.
- Marchio di qualità prodotto da un Ente di Certificazione terzo.

## 12.26 Dispositivi di chiusura e di coronamento per pozzetti multiutenza

Prescrizioni :

- Chiusino con marchio di fabbricazione CEE, in ghisa sferoidale 500-7 a norma ISO 1083 (1987) conforme alla Classe C250 della norma UNI EN 124 (1995) con carico di rottura > 250 kN rivestito con vernice protettiva idrosolubile di colore nero.

Costituito da:

- Coperchio Ø 580 mm munito di aletta periferica per il posizionamento obbligato sul telaio e superficie a rilievi antisdrucchiolo realizzati in positivo rispetto alla superficie, per consentire il deflusso delle acque, di peso non superiore a kg 20.
- Telaio munito di supporto elastico antirumore ed antibasculamento, con base circolare Ø 680 mm, altezza minima 75 mm, luce netta Ø 540 mm ed ingombro esterno, in corrispondenza di 4 alette periferiche simmetriche con foro Ø 20 mm per il bloccaggio con zanche sul pozzetto, pari a 720 mm.

Tutti i componenti del dispositivo devono riportare le seguenti marcature, realizzate per fusione, posizionate in modo da rimanere possibilmente visibili dopo l'installazione:

- Norma di riferimento: UNI EN 124 / EN 124
- Classe di appartenenza Classe D 400
- Nome o logo del produttore
- Luogo di fabbricazione che può essere in codice
- Marchio di qualità del prodotto, rilasciato da un organismo di certificazione indipendente, a garanzia delle caratteristiche dichiarate dal produttore
- Peso complessivo kg 32 circa.

## 12.27 Dispositivi di discesa

I dispositivi per la discesa e la salita dei manufatti dovranno corrispondere ai tipi fondamentali a canna semplice o doppia rispettivamente conformi alle norme DIN 19555 e DIN 1911 ed alla norma:

- UNI EN 13101 "*Gradini per camere di ispezione sotterranee - Requisiti, marcatura, prove e valutazione di conformità*".

I dispositivi di discesa a canna semplice sono costituiti da bacchette sufficientemente larghe da consentire l'appoggio di entrambi i piedi, inserite nel calcestruzzo della cameretta. La superficie di calpestio deve essere profilata o ricoperta con un rivestimento che impedisca lo scivolamento.



Come materiali sono ammessi acciai al nichel-cromo e ghisa grigia, senza rivestimento, ovvero acciaio galvanizzato o leghe di alluminio, protetto con un rivestimento in polietilene ad alta densità stabilizzato, avente spessore minimo di 1,5 mm. Anche le parti da inserire nella muratura devono essere rivestite per una profondità minima di 35 mm. I dispositivi di discesa a canna doppia sono costituiti da staffe sufficienti per l'appoggio di un solo piede, disposte accoppiate. Il materiale ammesso è la ghisa grigia, eventualmente catramata o bitumata. Sono ammesse varie forme adatte per manufatti gettati in opera o prefabbricati, inserite nel calcestruzzo fresco col martello o avvitate ad appositi tasselli.

## 12.28 Pressotrivellazione

Attraversamenti con pressotrivellazione.

Realizzazione di infissione di tubo camicia in acciaio di spessore opportuno come da norma con controllo della pendenza in quanto trattasi di fognatura. L'infissione dovrà essere realizzata con un sistema di presso trivellazione partendo da apposita camera di spinta computata a parte. E' compresa la valutazione della spinta necessaria da applicare sulla base delle caratteristiche del terreno, della presenza d'acqua e della lunghezza dell'attraversamento. Fornitura e posa di tubi in acciaio, dello spessore adeguato, dovranno essere forniti in barre da m 6,00 bisellati e quindi risaldati a tenuta man mano che prosegue l'infissione.

La perforazione dovrà essere eseguita in condizioni di assoluta sicurezza per le maestranze e per il sito attraversato. All'interno del tubo guaina in acciaio dovrà essere possibile inserire un tubo in PEAD.

Il lavoro comprende la fornitura e posa di impianto e spianto cantiere, trasporto e ritrasporto delle attrezzature, carico e scarico dal magazzino; piazzamento e messa in funzione dei macchinari nella postazione di lavoro compreso il trasporto delle stesse tra le diverse postazioni. Esecuzione dell'attraversamento mediante immissione di tubo camicia in acciaio DN ....., compreso lo smarino del terreno all'interno del foro. Fornitura, montaggio, accoppiamento e saldatura di tubi in acciaio, in elementi di idonea lunghezza bisellati all'estremità e tutti i materiali di consumo.

Per l'esame, la denominazione e la descrizione di terreni e rocce vale quanto segue:

- *DMLLPP 11 marzo 1988* Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- *Circolare MLLPP n. 30483 del 24 settembre 1988*
- *Legge 2 febbraio 1974 art. 1 - DM 11 marzo 1988* "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione."
- *DIN 4020* Indagini geotecniche nelle costruzioni
- *DIN 4022-1* Sottosuolo ed acqua di falda - Identificazione e descrizione dei terreni e delle rocce - Elenco degli strati per trivellazioni senza estrazione continua di carote ed in roccia
- *DIN 4022-2* Sottosuolo ed acqua di falda - Identificazione e descrizione dei terreni e delle rocce - Elenco degli strati per trivellazioni in roccia.
- *DIN 4022-3* Sottosuolo ed acqua di falda - Identificazione e descrizione dei terreni e delle rocce - Elenco degli strati per trivellazioni con estrazione continua di carote in terreni incoerenti
- *DIN 18196* Geotecnica - Classificazione dei terreni nelle costruzioni
- *UNI EN 12889* Costruzione senza trincea e prove di impianti di raccolta e smaltimento liquami
- *UNI EN 14457* Requisiti generali per componenti progettati appositamente per l'impiego nella costruzione senza trincea di impianti di raccolta e smaltimento liquami
- *UNI EN ISO 14688-1* Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione
- *UNI EN ISO 14688-2* Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione
- *UNI EN ISO 14689-1* Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione delle rocce - Identificazione e descrizione

### 12.28.1 Classificazione dei terreni e delle rocce

I terreni e le rocce vengono classificate in base alle loro caratteristiche rilevanti per la costruzione di condotte senza trincea:

- materiali sciolti incoerenti (componenti principali sabbia, ghiaia) a seconda della distribuzione granulometrica e della densità del giacimento (vedi punto 1.1.1),
- materiali sciolti coesivi (componenti principali limo, argilla, sabbia, ghiaia, con alto contenuto di limo, argilla) a seconda della consistenza (vedi punto 1.1.2),
- terreni organici (torbe e fanghi) (vedi punto 1.1.3),
- materiali sciolti con grana superiore a 63 mm (vedi punto 1.1.4),
- rocce o terreni compatti a seconda della resistenza a compressione monoassiale (vedi punto 1.2).

#### 12.28.1.1 Classi L: Materiali sciolti

##### 12.28.1.1.1 Classi LN: Materiali sciolti incoerenti, dimensioni del grano $\leq 63$ mm

Tabella 33: Materiali sciolti incoerenti, dimensioni del grano  $\leq 63$  mm

Addensamento	Classi dei materiali sciolti incoerenti	
	classificati strettamente	classificati ampiamente o in maniera intermittente
sciolto	LNE 1	LNW 1
Di media densità	LNE 2	LNW 2
Denso	LNE 3	LNW 3

##### 12.28.1.1.2 Classi LB: Materiali sciolti coesivi, dimensioni del grano $\leq 63$ mm

Tabella 34: Materiali sciolti coesivi, dimensioni del grano  $\leq 63$  mm

Consistenza	Classi dei materiali sciolti coesivi	
	minerale	organogeno
fluidi- molle	LBM 1	LBO 1
consistente - semisolido	LBM 2	LBO 2
Solido	LBM 3	LBO 3

##### 12.28.1.1.3 Classe LO: Terreni organici

Nessuna ulteriore suddivisione

##### 12.28.1.1.4 Classi aggiuntive S

Se nei materiali sciolti si trovano sassi (dimensioni del grano superiori a 63 mm), si classifica in funzione della dimensione e della quota parte dei sassi fino a 600 mm (Tabella 35), in via aggiuntiva rispetto alle classi secondo i paragrafi da 1.1.1 a 1.1.3; i sassi più grandi di 600 mm vengono indicati separatamente riguardo alla dimensione e alla quota parte.

Tabella 35: Classificazione in funzione della dimensione e della quota parte dei sassi

Quota parte dei sassi	Classi aggiuntive per la grossezza dei sassi	
	fino a 300 mm	fino a 600 mm
Fino al 30%	S 1	S 3
Più del 30%	S 2	S 4

#### 12.28.1.2 Classi F: Rocce

Tabella 36: Classificazione delle rocce

Resistenza a compressione monoassiale NM/m <sup>2</sup>	Classi delle rocce	
	Distanza delle superfici divisorie nell'	
	Area centimetrica	Area decimetrica
Fino a 5	FD 1	FZ 1
Più di 5 fino a 50	FD 2	FZ 2
Più di 50 fino a 100	FD 3	FZ 3
Più di 100	FD 4	FZ 4

## 2 Descrizione e classificazione di altri materiali

I materiali, per es. i materiali riciclati, i sottoprodotti industriali, i rifiuti, vengono descritti, in quanto ciò sia possibile, secondo il paragrafo 1 e classificati secondo il paragrafo 2. Altrimenti i materiali vengono descritti in maniera specifica con riguardo alle caratteristiche che presentano durante l'avanzamento dei tubi.

### 12.29 Altri materiali

Eventuali materiali, apparecchiature, pezzi speciali e simili non contemplati nel presente articolo, che fosse necessario porre in opera, dovranno essere della qualità migliore presente sul mercato e dei tipi attualmente in uso presso la Stazione Appaltante; essi comunque dovranno essere ritenuti idonei a giudizio insindacabile della Direzione Lavori e rispondere alle rispettive norme di seguito elencate o a quelle specifiche, anche se qui non riportate:

- UNI ISO 4144 *"Raccordi di acciaio inossidabile filettati secondo ISO 7/1"*
- UNI 8470 *"Valvole di PVC rigido (non plastificato) per tubazioni in pressione. Metodi di prova"*
- UNI 8531 *"Raccordi di polipropilene (PP). Metodi di prova"*
- UNI 8849 *"Raccordi di polietilene (PE 50), saldabili per fusione mediante elementi riscaldanti, per condotte per convogliamento di gas combustibile. Tipi, dimensioni e requisiti"*
- UNI 8850 *"Raccordi di polietilene (PE 50) saldabili per elettrofusione per condotte interrate per convogliamento di gas combustibili. Tipi, dimensioni e requisiti"*
- UNI 9034 *"Condotte di distribuzione del gas con pressione massima di esercizio minore o eguale 5 bar. Materiali e sistemi di giunzione"*
- UNI 9028 *"Tubi compositi flessibili (e relativi raccordi metallici) per impianti idrici e termici"*
- UNI 9561 *"Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti"*
- UNI EN 10284 *"Raccordi in ghisa malleabile con estremità a compressione per sistemi di tubazioni in polietilene (PE)"*
- UNI EN 12061 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Raccordi termoplastici - Metodo di prova per la resistenza all'impatto"*
- UNI EN 12117 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Raccordi, valvole ed attrezzature ausiliarie - Determinazione del rapporto portata del gas/perdita di carico"*
- UNI EN 12119 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di polietilene (PE) - Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici"*
- UNI EN 12256 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Raccordi termoplastici - Metodo di prova per la resistenza meccanica o la flessibilità dei raccordi fabbricati"*
- UNI EN 12842 *"Raccordi di ghisa sferoidale per sistemi di tubazioni di PVC-U o PE - Requisiti e metodi di prova"*
- UNI EN ISO 13783 *"Sistemi di tubazioni di materia plastica - Giunti a doppio bicchiere di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) con spinta di estremità - Metodo di prova per la tenuta e la resistenza meccanica con applicazione di flessione e pressione interna"*
- UNI EN ISO 13845 *"Sistemi di tubazioni di materie plastiche - Giunti a bicchiere con guarnizioni di tenuta in elastomero per impiego con tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodi di prova per la tenuta con pressione interna e con deflessione angolare"*

- UNI EN 124 *"Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità"*
- UNI EN 1917 *"Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali"*
- UNI EN ISO 5167-1 *"Misurazione della portata dei fluidi mediante dispositivi a pressione differenziale inseriti in condotti a sezione circolare piena - Parte 1: Principi e requisiti generali"*
- UNI 8478 *"Apparecchiature per estinzione incendi. Lance a getto pieno. Dimensioni, requisiti e prove"*
- UNI 9485 *"Apparecchiature per estinzione incendi. Idranti soprasuolo di ghisa"*
- UNI 9486 *"Apparecchiature per estinzione incendi. Idranti sottosuolo di ghisa"*
- UNI 10265 *"Protezione catodica di strutture metalliche. Segni grafici"*
- UNI 10390 *"Impianti di riduzione finale della pressione del gas naturale funzionanti con pressione a monte massima compresa tra 5 e 12 bar. Progettazione, costruzione e collaudo"*
- UNI 10405 *"Protezione catodica di condutture metalliche interrate. Localizzazione del tracciato, di falle nel rivestimento e di contatti con strutture estranee"*
- UNI EN 12068 *"Protezione catodica - Rivestimenti organici esterni per la protezione dalla corrosione delle tubazioni di acciaio interrate o immerse da associare alla protezione catodica - Nastri e materiali termo-restringenti"*
- UNI EN 12186 *"Trasporto e distribuzione di gas - Stazioni di regolazione della pressione del gas per il trasporto e distribuzione - Requisiti di funzionamento"*
- UNI EN 12325-1 *"Tecniche di irrigazione - Impianti a perno centrale e ad avanzamento delle ali piovane - Presentazione delle caratteristiche tecniche"*
- UNI EN 12484-2 *"Tecniche di irrigazione - Sistemi di irrigazione automatica di prato - Progettazione e definizione degli appropriati modelli tecnici"*
- UNI EN 733 *"Pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione"*
- UNI EN 734 *"Pompe a canali laterali PN 40. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione"*
- UNI EN 735 *"Dimensioni complessive delle pompe rotodinamiche. Tolleranze"*

### **12.30 Sfiati**

Gli sfiati e gli elementi devono rispondere alla seguente normativa generale:

- UNI EN 736-1 *"Valvole - Terminologia - Definizioni dei tipi di valvole"*
- UNI EN 736-2 *"Valvole - Terminologia - Definizione dei componenti delle valvole"*
- UNI EN 736-3 *"Valvole - Terminologia - Definizione dei termini"*
- UNI EN 1074-1 *"Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Requisiti generali"*
- UNI EN 1074-2 *"Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Valvole di intercettazione"*

Gli sfiati dovranno essere automatici, del tipo richiesto dalla Direzione Lavori, PN 16 atti a resistere a pressioni fino a 20 atmosfere; avranno corpo e coperchio in ghisa grigia, galleggiante in acciaio inossidabile, rubinetto di intercettazione e scarico a tre vie in bronzo, maniglia di manovra del rubinetto in ghisa sferoidale e rubinetto di stillicidio laterale; dovranno rispondere alla seguente norma.

- UNI EN 1074-4 *"Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Sfiati d'aria"*

### **12.31 Flange piane da saldare**

Le flange piane da saldare alle tubazioni, che servono essenzialmente per l'inserimento degli apparecchi idraulici di linea, dovranno essere in acciaio UNI EN 1092-1, forgiate a stampo, piane, tornite internamente ed esternamente sulla superficie di contatto; dovranno essere inoltre adatte anche per la saldatura a sovrapposizione o, se richiesto dalla D.L., con risvolto interno tornito per l'incasso nella tubazione stessa.

La foratura dovrà rispondere alle norme UNI EN 1092-1 *"Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di acciaio"* e del PN uguale agli apparecchi idraulici da accoppiare; sarà cura dell'Impresa, pertanto, precisare al momento dell'ordinazione la pressione nominale e verificare successivamente la rispondenza delle forature.

### **12.32 Bulloni e dadi**

I bulloni e i dadi da usare nelle giunzioni a flangia, oltre a rispondere alle prescrizioni per i materiali ferrosi, dovranno avere dimensioni adatte, in relazione al diametro delle tubazioni per le quali saranno usati e dovranno essere cadmiati.

### **12.33 Gomma telata**

La gomma telata per le giunzioni a flangia dovrà essere costituita da materiale di ottima qualità e riconosciuta idonea a giudizio della Direzione Lavori, che si riserva la facoltà di sottoporla ad adeguate prove di laboratorio. Avrà lo spessore di mm 3, con un'inserzione di tela a superficie ruvida.

### **12.34 Saracinesche**

Le saracinesche saranno delle migliori qualità, di accuratissima lavorazione, a vite interna, dei tipi adottati attualmente dalla Stazione Appaltante (Ditte Saint Gobain, K.S.B.; HAWLE; ERHARD; ecc.):

- Il corpo sarà ovale, per acqua fredda, in ghisa sferoidale a tenuta primaria ottenuta per compressione elastica fra un cuneo gommato a profilo curvilineo con sezione ad "X" ed una sede a generatrici rettilinee.
- La tenuta della testata mediante collegamento privo di bulloneria o con bulloneria sarà protetta da corrosione con materiale sigillante.
- La tenuta secondaria sull'albero sarà ottenuta mediante pacchetto di o-rings in alloggiamento di nylon sostituibile in esercizio con valvola aperta.
- Il corpo, cappello e nucleo dell'otturatore saranno in ghisa sferoidale; albero e bulloneria (se presente) in acciaio inox AISI 316. Madrevite in bronzo alluminoso.
- Il trattamento integrale con smalto epossidico atossico, spessore 250 micron con posa elettrostatica.
- Pressione di esercizio 16 atmosfere. Foratura flange UNI EN 1092-2 PN 16 (o PN 10 se da accoppiare a vecchie flange già interrate ed aventi questa foratura). Complete di cappellotto di manovra con quadro 25 mm.

Tutte le parti in ghisa sferoidale, in plastica e gomma a contatto con l'acqua potabile dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.M. 06/04/2004, n. 174.

Durante le prove le saracinesche non dovranno presentare perdite e trasudamenti.

Le saracinesche manomesse per interventi resisi necessari in seguito alle prove di collaudo dovranno essere rimontate e rese funzionanti a spese dell'Impresa.

Le saracinesche saranno rispondenti alle seguenti norme:

- UNI EN 1074-5 *"Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Valvole di regolazione"*
- UNI 6884 *"Valvole di intercettazione e regolazione di fluidi. Condizioni tecniche di fornitura e collaudo"*
- UNI 8827 *"Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte fra 0,04 - 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudo"*
- UNI 8895 *"Valvole di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti"*
- UNI 9734 *"Dispositivi di intercettazione per condotte di gas. Valvole di acciaio con otturatore a sfera"*

### **12.35 Valvole a farfalla**

Le valvole saranno rispondenti alla normativa vigente ed in particolare alle:

- UNI EN 1074-5 "Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Valvole di regolazione"
- UNI 6884 "Valvole di intercettazione e regolazione di fluidi. Condizioni tecniche di fornitura e collaudo"
- UNI 8827 "Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte fra 0,04 - 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudo"
- UNI 8895 "Valvole di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti"
- UNI 9734 "Dispositivi di intercettazione per condotte di gas. Valvole di acciaio con otturatore a sfera"
- UNI 9245 "Dispositivi di intercettazione per reti di distribuzione e/o trasporto del gas. Valvole a farfalla".

Le valvole saranno delle migliori qualità, di accuratissima lavorazione, dei tipi adottati attualmente dalla Stazione Appaltante (Ditte Saint Gobain; VAG.; WITZEL; ERHARD; ecc.):

- Il corpo sarà in ghisa sferoidale, componenti in plastica e gomma a contatto con l'acqua potabile conformi alle prescrizioni del D.M. 06/04/2004, n. 174.
- La tenuta primaria sarà ottenuta a mezzo di otturatore a farfalla in acciaio inox o in ghisa sferoidale per interferenza tra il profilo metallico dell'otturatore e la sede della valvola rivestita in elastomero.
- Le flange di raccordo saranno dimensionate e forate secondo norme:
  - UNI EN 1092-1 "Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di acciaio"
  - UNI EN 1092-2 "Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa"
  - UNI EN 1092-3 "Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 3: Flange in leghe di rame"
  - UNI 9245 "Dispositivi di intercettazione per reti di distribuzione e/o trasporto del gas. Valvole a farfalla"
- L'albero di manovra sarà in acciaio inox senza premistoppa, l'albero otturatore sarà in acciaio inox in due pezzi guidati da bronzine e completi di anelli o-rings di tenuta.
- Il trattamento integrale sarà in resina vinilica o smalto epossidico, spessore minimo 150 micron.
- Il riduttore di sforzo sarà calcolato e dimensionato in modo idoneo a consentire con facilità la manovra sia manuale che mediante attuatore per la massima pressione differenziale di progetto.
- La scatola del riduttore sarà a tenuta e completa di idoneo grasso di protezione e lubrificazione del sistema di trasmissione.
- Pressione di esercizio: 16 BAR.
- Pressione di collaudo: 25 BAR.

### 12.36 Valvole a sfera

- UNI EN 736-1 "Valvole - Terminologia - Definizioni dei tipi di valvole"
- UNI EN 736-2 "Valvole - Terminologia - Definizione dei componenti delle valvole"
- UNI EN 736-3 "Valvole - Terminologia - Definizione dei termini"
- UNI EN 1074-1 "Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Requisiti generali"
- UNI EN 1074-2 "Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Valvole di intercettazione"
- UNI EN 1074-3 "Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Valvole di ritegno"
- UNI EN 1074-4 "Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all' impiego e prove idonee di verifica - Sfiati d'aria"

- UNI EN 1074-5 "Valvole per fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Valvole di regolazione"
- UNI 6884 "Valvole di intercettazione e regolazione di fluidi. Condizioni tecniche di fornitura e collaudo"
- UNI 8827 "Impianti di riduzione finale della pressione del gas funzionanti con pressione a monte fra 0,04 - 5 bar. Progettazione, costruzione e collaudo"
- UNI 8895 "Valvole di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti"
- UNI 9734 "Dispositivi di intercettazione per condotte di gas. Valvole di acciaio con otturatore a sfera"
- UNI 9783 "Protezione catodica di strutture metalliche interrate. Interferenze elettriche tra strutture metalliche interrate"
- UNI EN 12201-4 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua - Polietilene (PE) – Valvole"
- UNI 10269 "Valvole a saracinesca di ghisa per la distribuzione dell'acqua potabile. Materiali e requisiti per installazione sottosuolo"

Le valvole saranno di tipo adatto all'interramento, delle migliori qualità, di accurata lavorazione, ad otturatore sferico rotante PN 16 posto fra due seggi di materiale sintetico, dei tipi adottati attualmente dalla Stazione Appaltante (Ditte TORMENE; PERAR; ecc.).

Il corpo sarà in acciaio secondo le norme UNI, con estremità predisposte per la saldatura di testa; dovrà essere previsto un seggio per assicurare la tenuta in tutte le condizioni, sia con valvola sotto pressione sia sotto vuoto; il materiale impiegato sarà il P.T.F.E.. Tale materiale sarà usato anche per le guarnizioni dello stelo, il quale dovrà presentare un'elevata finitura superficiale, tale da permettere alla zona del premistoppa di mantenere al 100% la sua integrità di tenuta verso l'atmosfera.

Le valvole dovranno essere sottoposte alle prove idrauliche di tenuta ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione massima di esercizio della condotta.

### 12.37 Chiusini e griglie in ghisa

Devono essere di produzione di primarie ditte e di tipo preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori e dovranno essere conformi alla norma UNI EN 124.

La ghisa deve essere priva di qualsiasi difetto di fusione che possa menomare la resistenza e l'uso.

Le caratteristiche di finitura devono essere accurate.

Tutti i chiusini dovranno corrispondere ai disegni tipo. In modo particolare si prescrive che:

- le superfici di appoggio del coperchio con il telaio siano lavorate con un utensile in modo che il piano di contatto sia perfetto e non si verifichi alcun traballamento;
- il coperchio sia allo stesso livello del telaio, non essendo tollerata alcuna differenza di altezza fra i due pezzi;
- il gioco tra coperchio e telaio non sia inferiore al 4% né superiore al 15% di quello prescritto.

Il chiusino dovrà essere solidamente appoggiato ed ancorato alle strutture in calcestruzzo, progettato per un carico di prova rispondente alla distinta sotto riportata:

- |   |        |
|---|--------|
| - su strade statali e provinciali, aree con intenso traffico di scorrimento | 600 KN |
| - su strade comunali e private a circolazione normale                       | 400 KN |
| - su banchine di strade pubbliche e parcheggi                               | 250 KN |
| - su marciapiedi e zone con traffico pedonale                               | 125 KN |

Per carico di prova s'intende quel carico che provoca la prima fessurazione del materiale del chiusino.

Su ciascun elemento dovrà essere indicato, ricavato nella fusione, il carico che può sopportare come sopra descritto.

### 12.38 Apparecchi idraulici

Sul corpo dell'apparecchio, ove possibile devono essere riportati in modo leggibile ed indelebile:

- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica
- Diametro nominale (DN)
- Pressione nominale (PN)
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo

- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

Altre indicazioni supplementari possono essere previste dai disciplinari specifici delle diverse apparecchiature. Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla direzione lavori. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla direzione lavori, dagli stessi risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione e contenimento. Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione di macchina, i fori delle flange dovranno essere ricavati al trapano.

Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla D.L..

L'amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni.

L'impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

### **12.39 Giunti dielettrici e di dilatazione o smontaggio**

I giunti speciali che saranno richiesti all'Impresa dovranno essere costruiti secondo i tipi che indicherà la Direzione Lavori. Le lavorazioni dovranno essere particolarmente curate in modo da consentire il perfetto funzionamento dei giunti stessi ed assicurare che sia pienamente assolta la funzione a cui sono destinati.

Tali giunti dovranno essere forniti nelle loro confezioni originali.

I giunti di dilatazione o di smontaggio dovranno essere dotati di tiranti passanti adatti a reggere la spinta di fondo alla massima pressione di esercizio.

Le flange saranno in acciai al carbonio conformi alle norme UNI EN 1092-1 *"Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di acciaio"*.

Soffietto e tiranti in acciaio inox AISI 316.

### **12.40 Materiali per gli impianti di derivazione di utenza acqua potabile e gas**

Nelle relative voci dell'elenco prezzi sono riportate le modalità di esecuzione di prese stradali e di impianti di derivazione di utenza.

I materiali da impiegare per queste derivazioni dovranno essere di comprovata idoneità e dei tipi attualmente in uso presso la Stazione Appaltante; pertanto, prima dell'impiego tali materiali dovranno essere verificati presso l'officina della Stazione Appaltante stessa e comunque dovranno rispondere alla seguente normativa:

- UNI 9165 *"Reti di distribuzione del gas con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento"*
- UNI EN 805 *"Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici"*
- UNI EN 1508 *"Adduzione dell'acqua - Requisiti per sistemi e componenti per l'accumulo dell'acqua"*
- UNI 8855 *"Riscaldamento a distanza - Modalità per l'allacciamento di edifici a reti di acqua calda"*.
- UNI 9860 *"Impianti di derivazione di utenza del gas - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento"*.

### **12.41 Giunto flangiato**

Per applicazioni particolari sono adottate giunzioni flangiate.

Per quanto riguarda gli accoppiamenti di linea, le flange possono essere di tipo fisso o a collare, con collare in PRFV o in acciaio zincato a caldo. Le flange in PRFV possono essere realizzate direttamente su una barra di tubo o su un pezzo speciale, oppure possono costituire un pezzo speciale a parte, con l'estremità non flangiata atta a essere collegata con altri elementi in PRFV mediante manicotto.

I materiali adottati per la costruzione delle flange sono quelli previsti per la costruzione dei tubi e dei pezzi speciali.

Le flange hanno un "liner" come quello dei tubi, sulle superfici a contatto con il fluido e la guarnizione.

Per quanto sopra, e se non diversamente specificato, le flange sono ottenute con avvolgimento di "mat" e "stuoie" di



fibre di vetro "E", imbevuti di resina, su uno stampo maschio.

Il contenuto in peso di vetro non deve essere inferiore al 40% e devono essere seguite le prescrizioni della norma NBS-PS 15.

La foratura delle flange è generalmente di tipo unificato in accordo alle norme internazionali, salvo dove diversamente specificato.

Le guarnizioni da montare dovranno essere morbide, in gomma, resistenti al fluido convogliato e con durezza Shore A compresa tra 45 e 60.

#### 12.42 Giunto a manicotto

La giunzione si ottiene mediante un manicotto in P.R.F.V. nel quale la tenuta sarà assicurata da una guarnizione continua in gomma elastomerica ad esso connessa, avente profilo a doppio labbro, ciascuno a doppia tenuta idraulica. Tale giunto e' di natura flessibile e deve avere una resistenza alla pressione interna almeno pari a quella degli elementi collegati.

I giunti dovranno essere in grado di mantenere inalterate le doti di tenuta con un'angolazione, tra gli assi dei tubi adiacenti, i cui valori massimi sono appresso indicati (Tabella 22), sia che tale angolazione sia disposta in fase di montaggio, sia che venga provocata da forze esterne:

Tabella 22: - Deformazione max a caratteristiche invariate dei giunti per tubi in PRFV

3 gradi	Per tubi con	DN < 600 [mm]
2"	Per tubi con	$600 \leq \square$ DN < 1000 [mm]
1"	Per tubi con	$1000 \leq \square$ DN < 1500 [mm]
1/2"	Per tubi con	DN $\geq$ 1500 [mm]

Il giunto deve essere in grado inoltre di mantenere inalterate le doti di tenuta, permettendo un movimento relativo longitudinale da entrambi i lati pari ad almeno lo 0.3% della lunghezza totale del tubo.

La tenuta deve essere assicurata anche sotto l'azione contemporanea degli effetti di cui sopra (disassamento e movimento longitudinale).

La lunghezza e lo spessore del manicotto, nonché le caratteristiche geometriche e chimico-fisiche della guarnizione devono essere rilevabili dal catalogo tecnico ufficiale aziendale.

Le caratteristiche principali di questo elastomero (etilene-propilene) sono l'elevata resistenza all'invecchiamento, alla ossidazione ed ai normali tassi di inquinamento dovuti agli agenti atmosferici.

La profondità di inserimento dell'estremità maschio del tubo nel manicotto deve essere chiaramente marcata sul tubo quando non determinata automaticamente dalla conformazione del giunto.

## **CAPO 2. MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori, l'impresa dovrà attenersi alle migliori regole d'arte, nonché alle prescrizioni che di seguito verranno date per le principali categorie di lavoro.

Per tutte quelle categorie di lavoro per le quali non si trovino nel presente Capitolato ed annesso elenco prezzi, prescrizioni speciali, l'Impresa dovrà eseguire i migliori procedimenti prescritti della tecnica, attenendosi alle indicazioni che all'uopo impartirà la Direzione Lavori.

E' fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche dei cigli strada, le quali dovranno essere rispettate in fase di realizzazione esecutiva.

Per le indagini, l'identificazione e la descrizione dei terreni e delle rocce valgono in particolare le seguenti norme tecniche:

- DMLPP 11 marzo 1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."*
- Circolare MLLPP n. 30483 del 24 settembre 1988
- Legge 2 febbraio 1974 art. 1 - DM 11 marzo 1988. *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione."*
- DM delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008 *"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni."*
- UNI EN 1610 *"Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura"*
- UNI EN ISO 13383-1 *"Aggregati per opere di protezione – Specifiche"*
- UNI EN ISO 13383-2 *"Aggregati per opere di protezione - Metodi di prova"*
- UNI EN ISO 14688-1 *"Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione"*
- UNI EN ISO 14688-2 *"Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Parte 2: Principi per una classificazione"*
- UNI EN ISO 14689-1 *"Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione delle rocce - Identificazione e descrizione"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-1 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 1: Determinazione del contenuto d'acqua"*

- UNI CEN ISO/TS 17892-2 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 2: Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-3 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 3: Determinazione della massa volumica dei granuli solidi - Metodo del picnometro"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-4 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 4: Determinazione della distribuzione granulometrica"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-5 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 5: Prova edometrica ad incrementi di carico"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-6 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 6: Prova con la punta conica"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-7 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 7: Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-8 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 8: Prova triassiale non consolidata non drenata"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-9 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 9: Prove di compressione triassiale, consolidate, su terreni saturi"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-10 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 10: Prove di taglio diretto"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-11 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 11: Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile"*
- UNI CEN ISO/TS 17892-12 *"Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti di Atterberg"*
- UNI EN ISO 22476-2 *"Indagini e prove geotecniche - Prove in sito - Parte 2: Prova di penetrazione dinamica"*
- UNI EN ISO 22476-3 *"Indagini e prove geotecniche - Prove in sito - Parte 3: Prova penetrometrica dinamica tipo SPT (Standard Penetration Test)"*
- UNI CEN ISO/TS 22476-10 *"Indagini e prove geotecniche - Prove in sito - Parte 10: Prova di penetrazione sotto peso"*
- UNI CEN ISO/TS 22476-11 *"Indagini e prove geotecniche - Prove in sito - Parte 11: Prova con dilatometro piatto"*
- DIN 1054 *"Verifiche di sicurezza nelle costruzioni in terra e nelle fondazioni"*
- DIN 4020 *"Indagini geotecniche per scopi strutturali"*
- DIN 4022-1 *"Terreno di fondazione ed acqua di falda - Denominazione e descrizione dei terreni e delle rocce - Stratigrafia in roccia per perforazioni senza estrazione continua di carote"*
- DIN 4022-2 *"Terreno di fondazione ed acqua di falda - Denominazione e descrizione dei terreni e delle rocce - Stratigrafia per perforazioni in roccia"*
- DIN 4022-3 *"Terreno di fondazione ed acqua di falda - Denominazione e descrizione dei terreni e delle rocce - Stratigrafia per perforazioni con estrazione continua di carote in terreni incoerenti"*
- DIN 4123 *"Scavi di pozzi, fondazioni e sottomurazioni nell'ambito di fabbricati esistenti"*
- DIN 4124 *"Scavi di fondazione e fossi - scarpate, armature, larghezze delle zone di lavoro"*
- DIN 18127 *"Terreno di fondazione, indagini e prove sui terreni - Prova Proctor"*
- DIN 18134 *"Terreno di fondazione, prove e apparecchiature di prova - Prova di carico su piastra"*
- DIN 18196 *"Costruzioni in terra e fondazioni - Classificazione dei terreni nelle costruzioni"*
- DIN 18920 *"La vegetazione nella sistemazione paesaggistica - Protezione di alberi, piantagioni ed aree con vegetazione durante i lavori di costruzione".*

## **Art. 13 Tracciamenti**

Prima d'iniziare i lavori l'Impresa è tenuta a verificare il rilievo altimetrico e planimetrico completo del lavoro in base alle indicazioni di progetto ed alle eventuali varianti e le prove geotecniche di rito; inoltre il rilievo planimetrico ed altimetrico di ogni manufatto esistente interessato dalle opere da eseguire; quindi sarà cura dell'Impresa proporre l'esatta ubicazione dell'opera da eseguire, curando lo scopo di arrecare il minor disagio possibile alle proprietà sia pubbliche che private, nonché ai sottoservizi esistenti, senza che ciò possa essere causa di richieste di oneri suppletivi in caso di varianti rispetto ai disegni di progetto. Tutte le quote dovranno essere legate alla rete di capisaldi.

I rilievi eseguiti, saranno a cura dell'Impresa Appaltatrice riportati su tavole in scala appropriata e sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori.

Non appena ricevuta l'approvazione dalla D.L., l'Impresa deve predisporre gli elaborati da allegare alle domande di concessione in modo da ottenere nei tempi opportuni le autorizzazioni da parte degli Enti proprietari o di gestione, qualora questi non fossero già concessi

## **Art. 14 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 le eventuali relazioni geologica e geotecnica di cui al D.M. 11 marzo 1988, 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, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed 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.

Per scavi, la cui profondità è superiore ad 1.50 metri, è fatto obbligo l'utilizzo di armature di sostegno a parete continua (cassero di sostegno) in rispetto alle normative vigenti (DPR. 164/56 art.13).

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 nel luogo indicato dalla Direzione 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.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del 3° comma dell'art. 36 del Capitolato generale d'appalto.

Gli scavi per la formazione del corpo stradale e del cassonetto, per la formazione di accessi, passaggi, rampe e nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e nelle dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali varianti che l'Amministrazione appaltante e in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature intendendosi tali lavorazioni già compensate con i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi.

Le pareti dello scavo non dovranno presentare blocchi sporgenti o massi pericolosi che, in ogni caso, dovranno esser tempestivamente abbattuti o sgombrati a cura e spese dell'Appaltatore.

Le profondità di scavo saranno riferite ad appositi picchetti e capisaldi posti dall'Appaltatore alla consegna dei lavori. L'Appaltatore avrà l'obbligo di rispettare nel modo più assoluto tali picchetti. Dove occorra, per ragioni imprescindibili di lavoro, spostarne qualcuno, egli provvederà a sue spese a posizionarne un altro nella posizione più opportuna scelta dall'Appaltante ed a quotare il nuovo picchetto o caposaldo.

Per quanto riguarda le opere murarie, l'Appaltatore procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della conservazione dei picchetti e modine come per i lavori in terra per l'esecuzione degli scavi.

L'Appaltatore sarà libero di adoperare tutti quei sistemi, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza purché siano riconosciuti rispondenti allo scopo dalla Direzione dei Lavori e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

Quando il terreno nel quale saranno effettuati gli scavi sarà interessato dalla falda freatica che raggiungerà quote superiori a quelle di fondo scavo, l'Appaltatore dovrà installare idonei impianti di abbassamento della falda (con pompe o con impianti tipo well-point o similari) per consentire l'esecuzione all'asciutto degli scavi, dei rinterri, dei getti, della posa dei collettori e quant'altro necessario.

Durante l'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese e con qualsiasi mezzo necessario allo smaltimento delle acque di qualsiasi tipo e provenienza esse siano; dovrà agguantare tutte le acque che, vi

affluiranno, se necessario installando e tenendo in esercizio idonee stazioni di pompaggio.

L'Appaltatore ha l'obbligo di fornire, nel tempo e nei modi che saranno stabiliti, gli impianti, le macchine, gli operai occorrenti per il completo prosciugamento dell'acqua. L'installazione e l'esercizio di detti impianti sono a completa cura e carico dell'Appaltatore, intendendosi compensati con i prezzi di scavo, di posa e di getto indicati nell'Elenco Prezzi.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi ed accatastati a lato degli stessi per il successivo riutilizzo, dovranno essere posizionati in modo da non arrecare intralcio né alla viabilità né allo scolo delle acque e da non costituire pericolo per persone e cose.

Ove si determinassero franamenti, anche per causa non imputabili all'Appaltatore, egli sarà tenuto agli sgombri ed ai ripristini, senza compensi di sorta.

Per tutti i materiali utilizzati nelle lavorazioni, per la loro classificazione e per le modalità di esecuzione dei controlli e delle prove, sono adottate le norme C.N.R. — U.N.I. — 10006/1963.

Sempre in relazione agli scavi si precisa ulteriormente che spetterà all'Appaltatore assicurare la continuità del transito, quella del deflusso delle acque e l'incolumità di tutte le opere e di tutti i sottoservizi eventualmente esistenti nel sottosuolo che verrà scavato quali canalizzazioni, cavi, condotte ecc.. A tal fine l'Appaltatore dovrà prendere le debite intese con le Amministrazioni interessate per l'ubicazione preliminare delle suddette opere nel sottosuolo e, d'accordo con le stesse, eseguire sondaggi, puntellamenti ed aggiustamenti.

Qualora i fabbricati, le canalizzazioni, le condotte e i cavi interessati avessero risentito danni a causa dei lavori in corso, l'Appaltatore dovrà eseguire i ripristini con tutta sollecitudine ed a sue spese. Ne sarà comunque il solo responsabile di fronte ai rispettivi proprietari e concessionari.

Via via che avanzerà negli scavi l'Appaltatore dovrà eseguire idonee sbadacchiature in relazione alle caratteristiche del terreno scavato ed alle norme antinfortunistiche, alla presenza o meno di acqua ed a quanto altro potrebbe influire per la buona e rapida esecuzione dei lavori.

In prossimità di fabbricati o di opere e condotti esistenti, le eventuali sbadacchiature saranno integrate, se del caso, con idonee puntellature dei fabbricati e delle opere stesse; si precisa che spetterà all'Appaltatore l'accertamento dello stato di abitabilità o meno di ogni fabbricato in relazione ai lavori da eseguire a conseguentemente il proporre tempestivamente all'Appaltante le provvidenze di carattere eccezionali eventualmente necessarie. Col precedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i legnami ed altri materiali costituenti le sbadacchiature; quelle parti che a giudizio della Direzione dei Lavori non potranno essere tolte senza pericolo di arrecare danno al lavoro eseguito, dovranno essere abbandonati negli scavi, né all'Appaltatore spetterà per questo alcuno speciale compenso.

E' obbligo dell'Appaltatore osservare le norme per il traffico stradale e quindi porre tutti i ripari occorrenti e tutte le segnalazioni diurne e notturne convenienti a garantire l'incolumità del traffico, curandone la manutenzione. È fatto altresì obbligo all'Appaltatore segnalare ogni modifica all'esistente sistema viario alle Autorità locali competenti, ottenerne il loro benestare modificando anche, se richiesto, il programma dei lavori per attenersi scrupolosamente a tutte le disposizioni che verranno impartite dalle Autorità stesse.

Nell'esecuzione degli scavi, nell'adozione e tipo di armature, ponteggi, ecc., l'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza delle norme dei decreti sulla prevenzione degli infortuni DPR 27/04/55 a 547 e DPR 07/01/56 n. 164 provvedendo quindi con mezzi idonei, intendendo compensate nel prezzo dello scavo tale onere, anche quando si debba preservare lo stato delle cose adiacenti allo scavo.

## **Art. 15 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, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ed aperti almeno da un lato anche se con la formazione di rampe provvisorie e che si trovano al di sotto del piano di campagna.

## **Art. 16 Scavi di fondazione od in trincea**

Sono denominati scavi a sezione obbligata quelli incassati a sezione ristretta per la fondazione di manufatti.

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. E 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.

Le pareti degli scavi, ferme restando le modalità per le misurazioni, saranno verticali od inclinate a giudizio e

discrezione dell'Appaltatore a patto che siano sempre garantite le condizioni di sicurezza per il personale addetto alle lavorazioni, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera per smottamenti o franamenti del cavo. Ove si determinassero franamenti, anche per causa non imputabili all'Appaltatore, egli sarà tenuto agli sgombri ed ai ripristini, senza compensi di sorta.

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 sbatacchiati con robuste armature, in modo da proteggere contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materie 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 sbatacchiature, 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, sempre che 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.

Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'onere e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle fondazioni dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

## **Art. 17 Scavi e rinterri per la costruzione di condotte**

Lo scavo per la posa di condutture dovrà essere regolato in modo che il piano di appoggio del tubo o del manufatto si trovi alla profondità indicata nei profili di posa esecutivi, salvo quelle maggiori profondità che si rendessero necessarie in alcuni punti in conseguenza del tipo di terreno e delle esigenze di posa.

Raggiunto il piano di posa alla quota prevista dai profili esecutivi, i quali tengono conto anche dello spessore del materiale inerte per il letto di posa della tubazione, delle dimensioni indicate in elenco prezzi unitari e relativi disegni, si provvederà a livellarlo accuratamente. Qualora a giudizio della D.L. il terreno d'appoggio del tubo non risulti idoneo o sia accidentato per trovanti od altro e comunque in tutti quei casi in cui non vi sia garanzia sufficiente che la condotta appoggi uniformemente per tutta la sua lunghezza, si dovrà procedere ad eliminare tali inconvenienti con la bonifica di tale terreno.

Per la continuità del transito in genere si costruiranno adeguati ponti provvisori, salvo accordi che potessero intervenire fra l'Impresa ed interessati per una temporanea sospensione o diversione del transito.

In particolare l'Impresa dovrà curare le necessarie segnalazioni, le quali durante la notte saranno luminose, e se occorre, custodite. In caso di inevitabili interruzioni in qualche tratto di strada saranno disposti a cura dell'Impresa opportuni avvisi e segnalazioni.

Si precisa che ogni responsabilità inerente l'effettuazione degli scavi resta a carico dell'Impresa in quanto la D.L. e l'Amministrazione appaltante ritengono compensati, e quindi da impiegare, tutti i magisteri necessari per una esecuzione dell'opera nel rispetto di tutte le norme di sicurezza, ed in particolare dovranno essere sostenute le pareti di scavo, mediante armatura di contenimento a cassa chiusa, per profondità di scavo superiore a m.1.50, ed anche per profondità minori qualora il terreno presenti franamenti in fase di scavo.

Per l'inizio dei lavori, per la manomissione delle strade e piazze, per tutto quanto possa avere riferimento ad occupazioni provvisorie che vadano a determinarsi sulle aree pubbliche o private e per quanto concerne la demolizione e la ricostruzione delle pavimentazioni stradali, l'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori, ed anche il preventivo consenso, per quanto di sua pertinenza, delle autorità competenti e dei privati proprietari ed attenersi alle prescrizioni degli stessi, senza diritto a particolari compensi.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione nella sede stradale, l'Impresa dovrà procedere alla formazione degli scavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo, per ogni singolo tratto, il tempo di permanenza con scavo aperto. Lo sviluppo di tali tratti verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione Lavori. Tutti gli scavi su carreggiata dovranno eseguirsi previa fresatura o taglio della pavimentazione stradale bituminosa. E' vietato procedere all'escavazione della seconda metà della strada se il piano viabile non sia stato congiuntamente ricostruito nella prima.

In particolare si fa obbligo all'appaltatore di attenersi scrupolosamente alle disposizioni date, per tramite della Direzione dei Lavori, dall'Amministrazione (Comune, ANAS, Provincia ecc.) investita della sorveglianza e manutenzione della strada interessata ai lavori. In caso di inosservanza di tali disposizioni l'Impresa è l'unica responsabile delle

sanzioni impartite dalle Amministrazioni proprietarie delle strade.

Nel prezzo di offerta per gli scavi per posa condotte saranno compresi gli oneri derivanti all'Impresa per la puntellatura e sbadacchiatura degli scavi (siano essi in presenza o no d'acqua) che dovranno essere eseguiti in modo da assicurare contro ogni pericolo gli operai ed impedire ogni smottamento di materie durante l'esecuzione degli scavi, degli aggettamenti e delle altre operazioni.

Trattandosi di lavori che interessano anche strade pubbliche l'appaltatore sarà tenuto ad assicurare in ogni evenienza e tempo a propria cura e spese la regolare continuità delle canalizzazioni di fognatura bianca o nera esistenti, gas, acqua, luce, alta tensione, telefoni, ecc. che si troveranno negli scavi o verranno comunque da questi interessati, restando a suo carico ogni responsabilità per danni che fossero arrecati sia in via diretta che indiretta alle suddette opere; inoltre l'Appaltatore dovrà porre tutta l'attenzione per ridurre al minimo possibile gli inconvenienti i quali, se verificatisi, dovranno essere tempestivamente rimediati, sempre a tutta sua cura e spese.

L'Impresa è tenuta, a sue spese, ad accertarsi preventivamente della stabilità e stato di conservazione delle opere di proprietà di terzi interessate dai lavori ad essa appaltati ed è responsabile di ogni infortunio o danno a terzi o a cose di terzi derivanti da fatti, negligenze o colpe dei suoi dipendenti, intendendosi perciò la Stazione Appaltante indenne e sollevata al riguardo da ogni responsabilità.

L'Impresa deve nei casi dubbi, chiedere conferma scritta, preventivamente, alla Stazione Appaltante circa i particolari di esecuzione delle opere.

L'Impresa è tenuta a riparare e rifondere, oltre ai danni causati durante la effettuazione dei lavori, anche quelli che, ad opere ultimate, dovessero successivamente verificarsi in dipendenza di deficienze non rilevabili o non rilevate e ciò fino a scadenza di responsabilità a termini di Legge.

I danni di qualunque genere causati dal personale dell'Impresa, o comunque da essa dipendenti, qualora non risarciti in tempo debito, possono a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante, essere liquidati direttamente dalla stessa che si rivalet sui compensi dovuti all'Impresa e nelle altre forme che ritenga opportune.

L'Impresa deve provvedere ad assicurarsi contro i rischi derivanti da fatti od omissioni dei suoi dipendenti e deve presentare, a richiesta della Stazione Appaltante, i documenti attestanti l'avvenuto adempimento di tali obblighi, nonché per eventuali danni arrecati a cose e/o proprietà pubbliche e di privati, in particolar modo quando si verifica la condizione che la condotta fognante passi in vicinanza di abitazioni dovrà produrre una documentazione fotografica dello stabile interessato prima dell'inizio dei lavori, e prendere tutti i provvedimenti del caso per evitare danni alla stessa, i quali risulteranno a totale carico dell'Impresa.

Nei prezzi di offerta si terrà conto dell'obbligo per l'Impresa di provvedere a tutta sua cura e spese, ad assicurare la continuità del traffico stradale nel miglior modo possibile, ed in particolare quello pedonale e l'accesso alle case (portoni e botteghe) lungo le arterie ove si eseguono i lavori, per cui l'Impresa dovrà fornire e collocare in opera a tutta sua cura e spese, pedane, passerelle, ponticelli di servizio.

Nei prezzi degli scavi sono comprese tutte le spese per aggettamenti, per sollevamento di acqua ed ogni lavoro necessario a togliere dagli scavi tutte le acque che vi si raccogliessero sia per la pioggia che per le infiltrazioni laterali o dal fondo oppure da condutture esistenti.

Dovendosi il prezzo dello scavo con i relativi oneri tutti ritenersi valido e da applicarsi anche nel caso di demolizione per sostituzione di condotte esistenti, le dimensioni da contabilizzare nella fattispecie saranno quelle corrispondenti al maggiore fra i diametri dell'esistente e della nuova condotta.

Nel prezzo di offerta si terrà pure conto dell'obbligo per l'Impresa di provvedere a sua cura e spese alla deviazione delle acque qualora lo scavo sia previsto in alveo di scoli esistenti mediante l'utilizzo di pompe di sollevamento o la costruzione provvisoria di canali fuggatori.

Il rinterro degli scavi dopo la prova e la posa delle tubazioni avverrà con la massima cura, secondo le indicazioni di progetto e riportate nelle singole voci di elenco prezzi unitari, il materiale dovrà essere preventivamente approvato ed accettato dalla D.L.

La ricarica sarà eseguito a strati di spessore non superiore a cm 25 e ciascuno strato dovrà essere innaffiato e costipato con piastra vibrante.

## **Art. 18 Disfacimento e rifacimento di pavimentazioni stradali**

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature dotate di frese a tamburo funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico dei materiali di risulta. La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero), purché non compromettano il legante esistente nella pavimentazione da demolire.

Le attrezzature dovranno avere caratteristiche tali per cui il materiale fresato dovrà risultare idoneo per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie del cavo (nel caso di demolizione parziale della pavimentazione) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere allo spessore di demolizione ordinato dalla Direzione Lavori, che dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e che sarà misurato mediando l'altezza delle due parti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili, in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei giunti longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento rettilineo e prive di sgretolature.

Sia il piano fresato sia le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite della mano di attacco in legante bituminoso.

### **Art. 19 Strati di transizione (Rilevato – Terreno)**

In relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e in generale allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato la Direzione Lavori potrà richiedere:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di teli di tessuto non tessuto, anche con funzione anticontaminante.

Lo strato anticapillare dovrà avere uno spessore compreso tra le 0,20 e 0,50 metri, sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da mm 2 a mm 50, con passante al vaglio UNI mm 0,075 non superiore al 3%.

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, ecc.) e da resti vegetali, è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Su prescrizione della Direzione dei Lavori è ammesso l'uso di sabbia di natura marina.

Il tessuto non tessuto sarà impiegato quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori. Durante la stesa l'impresa dovrà curare in particolare la giunzione dei teli sul terreno mediante sovrapposizione per almeno cm 30 in senso longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno cm 30.

Il tessuto non tessuto dovrà essere ottenuto da lavorazione di fibre a filo continuo di polipropilene tagliate e coesionate meccanicamente per agugliatura.

Inoltre dovrà risultare resistente all'invecchiamento, imputrescibile, stabile ai solventi ed alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, stabile alla luce e all'azione dei microrganismi, inattaccabile dai roditori.

Il telo avrà di norma peso compreso tra 300 e 400 gr/mq e dovrà presentare le caratteristiche come indicate all'art. "Qualità e provenienza dei materiali".

### **Art. 20 Formazione dei piani di posa dei rilevati**

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto. I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20, salvo diversa indicazione, al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvenivano terreni appartenenti ai Gruppi A1, A2, A3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità fino all'attimo prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A4, A5, A6, A7, (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiate per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3.

Tale materiale dovrà essere compatto, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata T/180-57.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costruzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti ed il loro uso si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque occorrerà tenere conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per i livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi: questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali. In caso di



appoggio di nuovi e vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alle gradonature di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori, portando il sovrappiù a discarica a cura e spese dell'impresa.

Anche il materiale di risulta dello scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato se idoneo, e portato a rifiuto se inutilizzabile.

Si farà luogo quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati e con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione  $M_e$ , determinato con piastre da cm 30 di diametro (Norme Svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di  $M_e$ , misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 N/mm<sup>2</sup>.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza o a bonifici non preventivamente autorizzati dalla Direzione dei Lavori, l'impresa non sarà compensata né per il maggior scavo, né per la maggiore quantità di materiale che ne consegue.

## **Art. 21 Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea**

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto, si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- a) quando il terreno appartiene ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che deve raggiungere in ogni caso una densità secca AASHO modificata T/180-57 almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.
- b) quando il terreno appartiene ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub> (classifica C.N.R. U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilito secondo i casi, mediante apposito ordine della Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea potrà essere controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressione  $M_e$  il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>.

## **Art. 22 Formazione di rilevati**

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione, appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, della classifica C.N.R. - U.N.I. 10006, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a cm 30 costipato dovrà essere costituito da terre dei gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale dei predetti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> da prelevare in cave di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A<sub>4</sub> provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinare l'eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli di roccia dovrà provvedersi, mediante riduzione, e far sì che la pezzatura massima del materiale che verrà portato a rilevato, non sia superiore a cm 30. Resta comunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra i cm 7,1 e cm 30 non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale percentuale dovrà essere di pezzatura non uniforme. Tali materiali non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti al gruppo A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarla a rifiuto ovvero di utilizzo previa idonea correzione.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito e delimitato tra due sezioni trasversali del corpo

stradale.

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilievi o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto a cura e spese dell'impresa. Quando sarà previsto il reimpiego, il materiale di scavo sarà convenientemente accantonato al di fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, restando a carico dell'impresa l'eventuale pagamento dell'indennità d'occupazione ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio oltre che dei danni dovuti a movimenti franosi od altro.

Diversamente il materiale dei predetti gruppi sarà reperito in cave di prestito.

Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione, le eventuali cave di prestito che l'impresa volesse aprire, saranno a suo totale carico. L'impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opera d'arte ed annessi stradali, qualora, pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere in tutto od in parte, a cave di prestito.

Qualora, una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

I materiali dei rilevati provenienti da cave di prestito dovranno essere del tipo A1, A2-4, A2-6, A3. A suo esclusivo giudizio la Direzione Lavori potrà consentire l'impiego di altri materiali, anche se non classificabili (come vulcanici, artificiali, rostici da miniera e simili).

È fatto d'obbligo all'impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso i Laboratori Ufficiali, ma sempre a spese dell'impresa.

Solo dopo che ci sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzo della cava, l'impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione delle cave da parte della Direzione dei Lavori non esime l'impresa dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto ove la cava in prosieguo non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito l'impresa, dopo aver ottenuto le successive autorizzazione da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando quanto è prescritto dall'art. 202 T.U. delle Leggi Sanitarie 27 Luglio 1934, n° 1235 e successive modifiche e dall'art. 189 T.U. delle Leggi sulla Bonifica dei terreni paludosi 30 Dicembre 1923 n. 3267, successivamente assorbito dal Testo delle Norme sulla Bonifica Integrale, approvata con R.D. 13 Febbraio 1933 n° 215 e successive modifiche.

Il materiale costituente il corpo dei rilevati dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 30.

Il rilevato, per tutta la sua altezza, dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di deformazione Me definito dalle Norme Svizzere (VSS-SNV 670317) il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 40 N/mm<sup>2</sup>. A questo scopo la Direzione dei Lavori potrà ordinare prove di portanza presso laboratori mobili autorizzati nell'intento di verificare il raggiungimento dei valori sopracitati, prima della posa in opera della fondazione stradale.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva umidificazione del materiale se troppo secco, oppure alla preventiva essiccazione se troppo umido, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'assuntore non potrà poi procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti. Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'assuntore, ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Pur lasciando libera la scelta all'assuntore del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati

riportabili ai gruppi A1, A2, A3, un costipamento a carico dinamico-sinusoidale, od un costipamento a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale, e per terreni di rilevati appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7, un costipamento mediante rulli a punte o piede di montone e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in corrispondenza di opere murarie quali muri di sostegno, tombini, muri di ponticelli, fognature, ecc. che di norma saranno costituiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato stesso in vicinanza delle predette opere dovranno essere del tipo A1, A2, A3, e costipati con energia dinamica.

Anche in questo caso la scelta del mezzo produttore tale energia è lasciata all'assuntore. Esso dovrà essere comunque tale da conseguire la densità prescritta più sopra per tutte le varie parti del rilevato. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di ordinare a ridosso delle murature, dei manufatti, la stabilizzazione a cemento dei rilevati in sito impiegando cemento normale in ragione di Kg 50 per mc di inerti.

Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni metereologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alla sezione di norma allegata al progetto.

Le scarpate, costruite man mano che si procede alla formazione dei rilevati saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore minimo di cm 20 proveniente o dalle operazioni di decottamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito e il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali da ancorarsi alle scarpate stesse onde evitare possibili superfici di scorrimento e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare. Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli. A discrezione della Direzione dei Lavori potrà richiedersi l'inserimento di geostuoie per favorire l'inerbimento delle scarpate e proteggerle dall'erosione superficiale.

Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire, a tutte sue spese, i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale. Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento, ecc.), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere, e solo in quanto ordinate dalla Direzione dei Lavori, dei tipi A6, A7 restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

### **Art. 23 Laboratorio terre**

L'assuntore è tenuto ad inviare la campionatura dei terreni, nella quantità richiesta dalla Direzione dei Lavori, al laboratorio terre, scelto dalla Direzione dei Lavori, secondo le modalità già precisate precedentemente.

L'assuntore è tenuto altresì, quando ciò sia richiesto dalla Direzione dei Lavori, ad approntare a proprie spese un laboratorio da campo con le attrezzature necessarie e personale specializzato per determinare:

- caratteristiche granulometriche;
- caratteristiche di plasticità;
- caratteristiche e grado di costipamento;
- qualità di materie organiche.

Tutto ciò al fine di verificare, durante la messa in opera, le caratteristiche e qualità del lavoro.

### **Art. 24 Prove di controllo sul piano di posa**

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea sia in rilevato è quello riportato nella seguente *Tabella 37*.

*Tabella 37: Prove sul piano di posa*

PROVE DI CARICO SU PIASTRA - UNA OGNI	500 m <sup>2</sup>
PROVE DI DENSITA' IN SITO - UNA OGNI	1000 m <sup>2</sup>

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle fondazioni esistenti. La prova di carico dovrà essere eseguita con piastra da 30 cm, misurando il valore di Md [kg/cm<sup>2</sup>] al primo ciclo di carico in conformità a quanto previsto della norma C.N.R. (bollettino ufficiale - norme tecniche) - anno XXVI - n°146 del 14.12.1992.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni e zone ammalorate o potenzialmente più instabili, un raffittimento del numero di prove sopra riportato.

Le prove di controllo sono tutte a cura e spese dell'impresa.

### **Art. 25 Materiale di risulta**

Per l'economia dei lavori i materiali di risulta degli scavi e delle demolizioni si divideranno in:

- a) Materiali che possono essere impiegati nei lavori successivi.
- b) Materiali inutili.

I materiali ritenuti reimpiegabili saranno generalmente depositati in cumuli lateralmente agli scavi, disposti in modo da non creare ostacoli per il passaggio del traffico, mantenendo libera la zona stradale riservata al transito ed in modo da prevenire ed impedire l'invasione delle trincee dalle acque meteoriche e superficiali, nonché degli scoscendimenti e smottamenti delle materie depositate e da ogni altro eventuale danno. I materiali inutili saranno portati al rifiuto in località adatte, approvate dalla Direzione dei Lavori, a qualunque distanza.

Le terre e le materie detritiche, che possono essere impiegate per la formazione dello strato di rinterro parziale, di protezione dei tubi saranno depositate separatamente dagli altri materiali.

Nel caso che i materiali scavati non siano reimpiegabili per il rinterro (a discrezione della Direzione dei Lavori) gli stessi verranno sostituiti con altri adatti provenienti da scavi di altre opere od altre zone.

I materiali inutili dovranno essere trasportati a rifiuto in luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori ed a distanze che a giudizio della Direzione dei Lavori non possono né danneggiare le trincee o la stabilità dei terreni circostanti né produrre ristagni di acque o perturbare il corso dei fiumi o torrenti, comunque in luogo autorizzato in conformità alle norme che disciplinano il rifiuto solido urbano.

## **Art. 26 Transito stradale**

Durante l'esecuzione dei lavori comunque interessanti le strade - quale che sia la categoria e l'entità di traffico - e per tutta la loro durata, dovranno essere adottate tutte le disposizioni necessarie per garantire la libertà e la sicurezza del transito dei pedoni, degli animali e dei veicoli.

L'Appaltatore è l'unico responsabile di ogni e qualsiasi danno che possa venire dai lavori a cose e persone, pertanto per il solo fatto che assume l'appalto solleva l'Appaltante ed il personale preposto alla Direzione dei Lavori di ogni gravame, noia e molestia. Appositi passaggi, della larghezza di almeno m 0,60 protetti lateralmente con adatta ringhiera e battipiede, dovranno essere costruiti per dare comodo accesso pedonale ai fabbricati situati lateralmente alle trincee.

Per i passi carrai l'Appaltatore dovrà provvedere a mantenere l'accesso mediante passaggi, di adeguata resistenza al carico e della larghezza di almeno m 3.

Sono egualmente a carico dell'Appaltatore le segnalazioni luminose della zona interessata dai lavori e comunque di tutti gli ostacoli al libero traffico. Dette segnalazioni saranno ogni giorno tenute in funzione per tutta la durata della pubblica illuminazione e debbono essere sorvegliate per evitare che abbiano, per qualsiasi causa, a rimanere spente.

Ogni danno e responsabilità dipendente da mancanza di segnalazioni luminose funzionanti è a carico dell'Appaltatore.

Quando sia necessario, per ordine del Direttore dei Lavori, impedire il traffico nella zona interessata dai lavori, dovrà provvedersi a cura e spese dell'Appaltatore, a porre gli sbarramenti a cavalletto a conveniente distanza ed in punti tali che il pubblico sia in tempo avvertito dell'impedimento. All'uopo l'Appaltatore dovrà concordare con il Comando della Vigilanza Urbana e gli Uffici Comunali il programma della interruzione parziale o totale di traffico, ottenendo direttamente, a propria cura, spese e responsabilità tutte le autorizzazioni e permessi necessari, tempestivamente nei riguardi del programma generale dei lavori, tenuto conto delle esigenze turistiche e delle manifestazioni pubbliche programmate nel periodo di esecuzione dei lavori.

Tutte le volte che nell'esecuzione dei lavori si incontrassero tubazioni o collettori di fogna, tubazioni di gas o acqua, cavi elettrici, telegrafici e telefonici, fibre ottiche od altri ostacoli imprevedibili per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciamento ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso al Direttore dei Lavori che darà le disposizioni del caso. Resta pertanto tassativamente stabilito che non sarà tenuto alcun conto degli scavi eccedenti quelli ordinati, né derivanti dalle maggiori profondità a cui l'Appaltatore si sia spinto senza ordine della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porre l'Appaltatore affinché non siano danneggiate dette opere sottosuolo e pertanto egli dovrà, a sua cura e spese provvedere alla ricognizione e salvaguardia mediante mezzi di sostegni, puntelli, sbadacchiature e fin anche le sospensioni, far quanto occorre perché le opere stesse restino nella loro primitiva posizione. Dovrà quindi avvertire immediatamente l'Amministrazione competente e la Direzione dei Lavori.

Resta comunque stabilito che l'Appaltatore è responsabile di ogni e qualsiasi danno che possa venire dai lavori a dette opere sottosuolo e che è obbligato a ripararlo od a farlo riparare al più presto sollevando l'appaltante da ogni gravame, noia o molestia.

## **Art. 27 Opere drenanti e di difesa del corpo stradale**

### 27.1 *Drenaggi tradizionali*

I drenaggi dovranno essere formati con pietrame o ciottolame o misto di fiume, posti in opera su platea in calcestruzzo di classe 200; il cunicolo drenante di fondo sarà realizzato con tubi di cemento disposti a giunti aperti o con tubi perforati di acciaio zincato.

Il pietrame e i ciottoli saranno posti in opera a mano con i necessari accorgimenti in modo da evitare successivi assestamenti. Il materiale di maggiori dimensioni dovrà essere sistemato negli strati inferiori mentre il materiale fino negli strati superiori. La Direzione Lavori potrà ordinare l'intasamento del drenaggio già costituito con sabbia lavata. L'eventuale copertura con terra dovrà essere convenientemente assestata. Il misto di fiume, da impiegare nella formazione dei drenaggi, dovrà essere pulito ed esente da materiali organici e coesivi granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

### 27.2 *Drenaggi con filtro in "Tessuto non Tessuto"*

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, gli stessi potranno essere realizzati con filtro laterale in "tessuto non tessuto" in poliestere del tipo a legamento per agugliatura o a legamento doppio. Le prove da eseguire per il controllo dei requisiti saranno del tipo descritto in detto articolo; il peso minimo dovrà essere di 200 gr/mq.

I vari teli di "non tessuto" dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 30 cm.

La parte inferiore dei "non tessuti", in contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per una altezza di almeno 5 cm sui fianchi dovrà essere impregnato con bitume tipo 180-200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul poliestere) in ragione di almeno 2 Kg/mq. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "non tessuto" stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "non tessuto" necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito verrà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm.

Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da fare aderire il più possibile il "non tessuto" alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrappone il "non tessuto" fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

### 27.3 *Drenaggi longitudinali con riempimento in cls poroso (per pavimentazioni esistenti)*

I drenaggi laterali delle pavimentazioni lungo la mezzzeria della corsia di emergenza dovranno essere realizzati mediante uno scavo di larghezza non inferiore a 30 cm eseguito con idonea fresatrice automatica.

Lo scavo dovrà raggiungere una profondità di almeno 30 cm sotto il piano di posa dello strato di fondazione.

La profondità dello scavo dovrà essere variabile in modo da consentire lo scorrimento delle acque verso gli scarichi, nel caso che la pendenza esistente nella pavimentazione non sia sufficiente a garantire un rapido smaltimento delle acque (< 1,0%).

Sarà impiegato un filtro in "tessuto non tessuto" a legamento per agugliatura o a legamento doppio.

Il peso minimo dovrà essere di 200 gr/mq; sotto un peso di 2 Kg/cmq lo spessore del non tessuto dovrà essere non inferiore a 0,5 mm.

I vari teli di "non tessuto" dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la loro sovrapposizione dovrà essere di almeno 30 cm. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "non tessuto" necessaria ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Il fondo di detto "non tessuto" dovrà essere impermeabilizzato con bitume, come descritto nel precedente punto. In alternativa si potrà usare sul fondo dello scavo una platea in calcestruzzo di classe  $\geq$  200, dell'altezza media di 5 cm. Dopo la messa in opera del "non tessuto" sulla platea, oppure dopo l'impermeabilizzazione con bitume dello stesso "non tessuto" per lo smaltimento delle acque, si potranno utilizzare materassini in materiale sintetico non putrescibile drenanti rivestiti in "non tessuto" posti in doppio strato a diretto contatto col "non tessuto" di fondo, oppure tubazioni in corrugato di PVC del diametro di 100 mm microfessurate.

Il cavo rivestito di "non tessuto" con dispositivo di smaltimento delle acque prescelto, verrà successivamente riempito di calcestruzzo poroso.

Il calcestruzzo poroso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- La quantità di cemento da impiegare dovrà essere pari a 150 Kg per mc del tipo 325 preferibilmente pozzolanico o d'alto forno
- La resistenza a compressione a 28 gg dovrà essere maggiore od uguale a 100 Kg/cmq
- La dimensione massima degli aggregati dovrà essere di 40 mm

- Le pezzature da usare dovranno essere di 3 tipi:
  - 0/5 per circa 300 Kg/mc
  - 5/20 per circa 675 Kg/mc
  - 20/40 per circa 675 Kg/mc
- L'acqua d'impasto dovrà essere 70 - 80 litri/mc
- Il calcestruzzo maturato dovrà avere una permeabilità di almeno 2 cm/sec.

Questo calcestruzzo dovrà inoltre ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il "non tessuto" alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento, il calcestruzzo poroso dovrà essere vibrato mediante vibrocostipatore e si sovrapporrà il "non tessuto" fuoriuscente in sommità; su di esso sarà eseguita una copertura in conglomerato bituminoso tipo chiuso (2% dei vuoti nella prova Marshall) per uno spessore non inferiore a 7 cm.

#### **27.4      *Cunette e drenaggi in trincea***

I drenaggi laterali delle pavimentazioni per lo smaltimento delle acque in corrispondenza delle cunette dovranno essere realizzate secondo le prescrizioni di progetto.

Lo scavo verrà rivestito con un filtro di "tessuto non tessuto" in poliestere a legamento per agugliatura o a legamento doppio del peso minimo di 200 gr/mq.

Sotto un peso di 2 kg/cm<sup>2</sup>, lo spessore del "non tessuto" non dovrà essere inferiore a 0,5 mm.

I teli del "non tessuto" dovranno essere cuciti fra loro e la sovrapposizione dei giunti dovrà essere di almeno 30 cm. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di "non tessuto" necessaria ad una sovrapposizione dello stesso e per una larghezza di almeno 20 cm sul piano di posa dello strato di misto cementato.

La parte inferiore dei "non tessuti", in contatto con il fondo del cavo e per un'altezza di almeno 5 cm sui fianchi dovranno essere impregnati con bitume di tipo 180-200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetti sul poliestere) in ragione di almeno 2 Kg/mq.

Sopra al "non tessuto", sul fondo dello scavo sarà posto in opera uno strato dello spessore di 5 cm di sabbia lavata per l'allettamento del tubo di drenaggio. La tubazione drenante, in lamiera di acciaio zincata ondulata elicoidalmente, sarà posta in opera con le aperture rivolte verso il basso in modo simmetrico rispetto alla generatrice inferiore del tubo.

Il diametro della tubazione potrà essere di 15 o 20 cm a seconda della entità delle acque da smaltire.

In alternativa, previa approvazione della Direzione Lavori potranno essere impiegati tubi in PVC nervato con fori di drenaggio.

Il riempimento finale del cavo sarà in misto di fiume o frantumato di cave. Tale materiale dovrà essere pulito ed esente da componenti organici e coesivi, granulometricamente assortito con esclusione dei materiali passanti al setaccio 0,4 della serie UNI.

Su richiesta della Direzione Lavori il riempimento potrà essere realizzato con calcestruzzo poroso vibrato, che dovrà rispondere ai requisiti indicati nel punto precedente.

Effettuata la chiusura del cavo mediante il "non tessuto" come descritto in precedenza, si provvederà ad impregnare con bitume 180-200 dato a caldo sul lembo superiore. Successivamente verrà realizzata la cunetta laterale in terra avente il profilo conforme ai disegni di progetto.

Nel caso in cui la pendenza longitudinale della cunetta superi il valore del 2,0%, si provvederà al rivestimento dell'intero profilo della cunetta mediante conglomerato cementizio tipo II così come definito dalla normativa vigente.

Qualora la lunghezza del tratto di scolo e/o la pendenza longitudinale dello stesso non siano tali da garantire un sicuro smaltimento delle acque, si provvederà al convogliamento, mediante pozzetto in calcestruzzo munito di griglia, delle acque drenate e di quelle defluenti in cunetta, in una condotta di allontanamento poste inferiormente a quella di drenaggio dimensionalmente determinate nei disegni di progetto.

La tubazione di allontanamento sarà in cemento del diametro non inferiore a 30 cm ed avrà le caratteristiche strutturali e di posa indicate in progetto.

### **Art. 28 Fondazioni stradali**

#### **28.1      *Modalità esecutive***

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm, e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato verificandosi comunque

eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo; lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita della prova AASHO modificata (AASHO T 189-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". (2)

Il valore del modulo di deformazione  $M_d$ , misurato con il metodo riportato in altro articolo di detto Capitolato, ma nell'intervallo compreso tra 1,5 a 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 700 Kg/cm<sup>2</sup>.

Il numero minimo di prove è quello riportato al suddetto paragrafo.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

N O T E:

(1) ASTM D 1883131-T oppure CNR-UNI 10009 - prove sui materiali stradali; indice di portanza CBR di una terra.

(2) AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4".

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$D_r = \frac{D_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x D_i}$$

Dove:

$D_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHO modificata determinata in laboratorio;

$D_i$  = densità della miscela intera;

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

$x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello da 25 mm).

## 28.2 *Fondazioni in misto cementato – Posa in opera*

La miscela sarà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura saranno impiegati rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione dei Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento). La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0 C e superiori a 25 C e non sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature tra i 25 C e i 30 C. In questo caso però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15 C - 18 C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento

della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale di tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quelli in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a cura e spese dell'Impresa.

In particolare occorrerà stendere lo strato di misto cementato solo dopo avere posato /a rate elettrosaldata Ø 6 mm a maglie 20 x 20 cm con distanziatori non metallici da 4 cm in modo uniforme su tutta la superficie stradale.

### *28.3 Protezione superficiale*

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/mq, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

### *28.4 Norme di controllo e di accettazione delle lavorazioni*

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 2 prove per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumetro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm. Ciò potrà essere ottenuto attraverso l'applicazione della formula di trasformazione riportata in altro articolo di detto Capitolato, oppure attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volume metro.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca sarà ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 C fino al raggiungimento di peso costante, ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto 1.10.1 del presente articolo. La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quello di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione), previa vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinate in laboratorio di oltre +/- 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 25 Kg/cm<sup>2</sup> per la compressione e 2,5 Kg/cm<sup>2</sup> per la trazione. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4.50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento della sagoma di progetto non è consistito il carico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

N O T E:

(1) n. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

### *28.5 Fondazioni in misto cementato con la tecnica della miscelazione in sito – Modalità esecutive*

La rimozione dello strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di "ripper" per uno spessore non inferiore a 20 cm (dovrà essere controllata la validità dalla Direzione Lavori).

Il cemento, nelle quantità stabilite, verrà distribuito in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, occorre interrompere la distribuzione del cemento e iniziare subito la miscelazione del cemento nel terreno.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata della Direzione Lavori in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 20 cm. La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperature ambiente non comprese tra 5 e 35 gradi. Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18 gradi e con tasso di umidità di circa il 50%; con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente. Con temperature inferiori il tasso di umidità non



dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione, si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della Direzione Lavori. Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

Le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela; in ogni caso l'operazione di costipamento e di regolarizzazione finale dello strato debbono essere terminate entro tre ore della stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della Direzione Lavori, da una eventuale ulteriore umidificazione, dovrà essere realizzato in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 5 tonn per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso superiore a 8 tonn;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico per ruota di almeno 3 tonn;

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti gommati comunque tutti approvati della Direzione Lavori. A compattazione ultimata la densità in sito dovrà essere non inferiore al 100% nelle prove AASHO T 180-57 nel 98% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione  $M_d$  al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 1,5 e 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>, rilevato in un tempo compreso fra 3 e 12 ore dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 1.500 Kg/cm<sup>2</sup>.

La Direzione Lavori ha facoltà di valutare il modulo reale ottenuto in opera con prove dinamiche tipo F.W.D. effettuate anche a pavimentazione completata; il valore minimo da raggiungere (a 7 gg dal termine della lavorazione) in termini di modulo elastico dinamico è di 25.000 Kg/cm<sup>2</sup>. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, verificato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere prescritto con tolleranze in difetto non superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti. Le superfici che risulteranno non rispondenti alle sopraelencate norme saranno rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'impresa.

#### *28.6 Protezione superficiale*

Subito dopo il costipamento e la rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/m<sup>2</sup>, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

### **Art. 29 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso**

#### *29.1 Posa in opera delle miscele*

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicate nei precedenti punti 1.10.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, dovrà essere provveduto alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di assestamento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà

risultare in ogni momento non inferiore a 140 gradi.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo norma B.U. CNR N. 40 (30.03.1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## **29.2 Posa in opera delle miscele**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo le seguenti modifiche:

- la miscela verrà stesa dopo un'accurata pulizia della superficie di appoggio mediante energica ventilazione ed eventuale lavaggio e la successiva distribuzione di un velo uniforme di ancoraggio di emulsione bituminosa basica o acida al 55%, scelta in funzione delle condizioni atmosferiche ed in ragione di 0,5 Kg/mq. La stesa della miscela non potrà avvenire prima della completa rottura dell'emulsione bituminosa.
- nella stesa, come già detto, si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due o più finitrici. Tale tecnica dovrà essere assolutamente osservata per lo strato di usura;
- la valutazione della densità verrà eseguita con le stesse modalità e norme indicate per la base, ma su carote di 10 cm di diametro; dovrà essere usata particolare cura nel riempimento delle cavità rimaste negli strati dopo il prelievo delle carote;
- la temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140 C°;
- la superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; un'asta rettilinea lunga 4 m posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità; solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm. La Direzione Lavori ha facoltà di valutare il grado di regolarità ottenuto sulle superfici di rotolamento con misure di variazioni di accelerazioni trasversali e longitudinali ottenibili con strumenti ad alto rendimento di tipo ARAN. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

## **Art. 30 Lavori diversi**

### **30.1 Paracarri, marginatori stradali, termini di confine in pietra e barriere in c.a. ed in acciaio.**

I paracarri e marginatori stradali saranno della forma e di dimensioni indicate nell'unito elenco prezzi.

Il loro collocamento in opera avrà luogo entro fosse di convenienti dimensioni sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di cm 10 e si assicureranno nella posizione prescritta, riempiendo i vuoti laterali entro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli, o rottami di pietra fortemente battuti. Allorquando i paracarri siano posti a difesa di parapetti in muratura, si dovrà evitare ogni contatto immediato con i medesimi lasciando un conveniente intervallo.

In alcuni tratti del ciglio stradale a valle, o nei luoghi che la Direzione dei Lavori crederà opportune designare, saranno eseguiti parapetti o barriere in cemento armato, della forma e dimensioni indicate sui disegni.

Nei bordi esterni dei tornanti, in tutte le curve a piccolo raggio, nei tratti a scarpata rigida o fiancheggianti i corsi d'acqua, trincee ferroviarie, ecc., a richiesta della Direzione dei Lavori potranno impiegarsi barriere di acciaio ondulato del tipo prescritto nell'unito elenco prezzi.

### **30.2 Segnaletica**

Per quarto riguarda la segnaletica, l'impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta

della Direzione dei Lavori

Dovranno essere tenuti presenti le norme che sono contenute nel regolamento di attuazione del nuovo codice della strada (Decreto Presidenziale n. 956, in data 27 Ottobre 1958) e successive modificazioni e integrazioni.

### **Art. 31 Manutenzione della pavimentazione**

Durante il periodo previsto in cui la manutenzione è a carico dell'impresa, la manutenzione stessa dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo, provvedendo immediatamente alle riparazioni di volta in volta necessarie, senza che occorran per questo speciali inviti da parte della Direzione dei Lavori.

Se però l'impresa ritardasse più di 3 (tre) giorni ad eseguire le riparazioni richieste con invito particolare, la Direzione dei Lavori avrà facoltà di eseguire direttamente le opere necessarie a spese dell'impresa. Per ragioni particolari di stagione od altro può essere concesso all'impresa di procedere in certi casi alle riparazioni con provvedimenti di carattere provvisorio e questo al solo scopo di permettere all'impresa l'intervento immediato.

Tuttavia, per ogni riparazione di questo tipo, si dovrà dare avviso alla Direzione dei Lavori, provvedendo immediatamente, appena sia possibile, alla sistemazione ed al rifacimento delle riparazioni coi medesimi materiali e procedimenti usati al momento della costruzione.

Le riparazioni dovranno essere sempre eseguite a perfetta regola d'arte ed in modo da ostacolare il meno possibile la circolazione.

### **Art. 32 Lavori per acquedotti - fognature e rete gas**

#### **32.1 Coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette**

È fatto obbligo all'Appaltatore di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi e consegnare copia di tale rilievo all'Ufficio della Direzione dei Lavori.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche al progetto ed in particolare alle quote altimetriche di posa dei condotti od ai salti di tondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, dovrà essere chiesta l'autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori.

Dovrà altresì essere comunicato alla Direzione dei Lavori l'eventuale presenza di sottoservizi o rocce affioranti che rendano tecnicamente difficile il rispetto delle quote di posa e delle sezioni di scavo previste da progetto.

In caso di inosservanza di quanto prescritto e di variazione non autorizzata della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della Direzione dei Lavori, si rendessero necessarie per conservare la funzionalità delle opere progettate. Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori di esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori o del Collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, daranno luogo all'applicazione di una penale che verrà valutata in relazione alla entità del danno provocato.

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori o del Collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si richiama quanto specificato al 3° comma del presente punto.

#### **32.2 Interferenza con edifici ed infrastrutture**

##### *32.2.1 Interferenza con edifici*

Qualora i lavori si sviluppino lungo strade affiancate da edifici, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sua cura e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportune realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali — restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore — si sia dato corso secondo modalità consentite della Direzione dei Lavori, faranno carico alla Stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'Elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induce a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

### *32.2.2 Interferenze con servizi pubblici sotterranei*

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati dovranno essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'Appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e — se si tratta di acquedotti — protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della Direzione dei Lavori, sentiti gli Uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della Stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della Direzione dei Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'Elenco per l'esecuzione degli scavi.

Occorrerà inoltre adottare tutti gli accorgimenti necessari al fine di mantenere in esercizio gli scarichi degli edifici attualmente abitati fino al termine dei lavori di costruzione delle nuove linee.

### *32.2.3 Interferenza con corsi d'acqua*

L'Appaltatore dovrà provvedere con diligenza, a sua cura e spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, ad assicurare la continuità dei corsi d'acqua intersecati e interferenti con i lavori. A tal fine dovranno, se del caso, essere realizzati idonei canali, da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di smaltimento, evitando in tal modo l'allagamento degli scavi.

Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà, sempre a sua cura e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario letto del corso d'acqua, eliminando i canali provvisori e ponendo in pristino stato il terreno interessato degli stessi.

L'Appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la Stazione appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero ad insorgere.

## **32.3 Realizzazione dello scavo**

### *32.3.1 Scavo della fossa*

Gli scavi per la posa delle condotte saranno eseguiti con mezzi meccanici od a mano od in entrambi i modi a seconda delle situazioni particolari di ogni singolo tratto di condotta e con la minima larghezza compatibile con la natura delle terre e con le dimensioni esterne delle condotte, ricavando opportuni allargamenti e nicchie per i blocchi di ancoraggio o di spinta, per i giunti, per le apparecchiature, per i pezzi speciali e le camerette.

Qualora sia previsto l'insediamento della tubazione nella sede stradale, l'Impresa dovrà procedere alla formazione dei scavi per tratti sufficientemente brevi disponendo e concentrando i mezzi d'opera in modo da rendere minimo, per ogni singolo tratto, il tempo di permanenza con scavo aperto. Lo sviluppo di tali tratti, se non già definito in progetto, verrà tassativamente indicato di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Qualora, sulla scorta delle prescrizioni di cui al punto precedente e/o in considerazione delle condizioni riscontrate in cantiere, la Direzione Lavori ritenga opportuno provvedere all'esecuzione di operazioni di verifica sul solido stradale (ad esempio prove su piastra), a carico della S.A., l'Appaltatore sarà tenuto a prestare senza compenso alcuno ogni sostegno di mezzi e manodopera necessari e non potrà accampare alcun diritto o pretendere indennizzi di sorta relativamente ad una temporanea sospensione dei lavori o ad una eventuale impossibilità di regolare sviluppo delle lavorazioni. Qualora le operazioni di verifica dovessero causare tempi di attesa considerevoli o influenzare notevolmente il regolare sviluppo dei lavori, l'Appaltatore potrà richiedere una proroga sul tempo utile contrattuale, la cui concessione è ad insindacabile giudizio della Stazione appaltante.

Nel caso di scavi in aree agricole o adibite a verde, l'impresa, deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale (scoticamento), per lo spessore indicato dalla Direzione Lavori, provvedendo all'idoneo accatastamento onde evitare il mescolamento con gli strati più profondi o di diversa natura. Al fine di evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, con conseguente rischi di rammollimenti e perdite di portanza, dei terreni costituenti il piano di posa di rilevati, piuttosto che di appesantimento e minore stabilità delle pareti, in caso di scavi a sezione ristretta, l'operazione di scorticamento deve avvenire immediatamente prima dell'esecuzione delle operazioni

definitive.

Se sul fondo della fossa affiora suolo di tipo legante, deve essere temporaneamente difeso dall'imbibizione, che provocherebbe rammollimento. Lo strato protettivo deve essere allontanato immediatamente prima di costruire la canalizzazione.

### *32.3.2 Armatura dello scavo*

Le fosse con pareti verticali dovranno essere armate in tutti i casi previsti della vigente normativa e secondo le modalità da queste previste.

Le pareti delle fosse devono essere armate in modo compatto, senza lacune, con armatura orizzontale o verticale, realizzata mediante tecniche corrette rispettando le indicazioni specifiche della Direzione dei Lavori e le norme antinfortunistiche.

In particolare, fino alla profondità di 4 metri, si adotterà di norma l'armatura con tavole orizzontali aventi lunghezza minima di 4 m e spessore minimo di 5 cm, purché il terreno sia sufficientemente resistente. Le tavole saranno fissate in gruppi di 3-4 con traverse verticali e compresse mediante sbadacchi trasversali contro le pareti dello scavo.

Con fosse più profonde di 4 metri e comunque con terreni poco stabili per profondità anche inferiori ai 4 m, verrà adottata di norma l'armatura verticale, con tavole o palancole conficcate ad almeno 30 cm sotto il fondo della fossa, collegate da traverse orizzontali e compresse mediante sbadacchi trasversali contro le pareti dello scavo. Ovvero, a giudizio della Direzione dei Lavori, sarà adottato un sistema misto, con armatura orizzontale nella parte superiore e verticale nella parte inferiore dello scavo.

### *32.3.3 Aggottamenti*

Le canalizzazioni saranno costruite mantenendo il piano di posa costantemente all'asciutto. Pertanto, in caso di immissione e successivo ristagno nella fossa di scavo di acque superficiali o sorgive, ovvero nel caso in cui la suola della fossa si trovi ad una quota inferiore al livello della falda freatica, si dovrà provvedere alle necessarie opere di aggotamento o abbassamento della falda.

Va tuttavia precisato che, poiché gli scavi dovranno di norma essere eseguiti da valle verso monte, per consentire lo smaltimento a deflusso naturale delle acque entrate nella fossa, quando tale smaltimento, data la natura del suolo, sia possibile senza ristagni, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggotamenti. Parimenti, quando l'Appaltatore non assuma i provvedimenti atti ad evitare il recapito di acque superficiali nelle fosse di scavo, l'aggotamento in caso di ristagno sarà a totale suo carico.

Quando la canalizzazione sia interessata da forti oscillazioni del livello freatico, i lavori dovranno di norma essere concentrati nella stagione in cui la falda freatica che attraversa la fossa ha il livello minimo, eccettuati diversi ordini scritti della Direzione dei Lavori.

Il sistema delle opere di aggotamento o di abbassamento artificiale della falda freatica dovrà essere scelto dall'Appaltatore in funzione delle caratteristiche di permeabilità del suolo e del livello della falda freatica, mettendo a disposizione i mezzi occorrenti. Tuttavia la Direzione dei Lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, la località d'impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento. L'Impresa è obbligata ad adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

Sono a carico dell'Impresa, oltre alle necessarie analisi delle caratteristiche di permeabilità del suolo e prospezioni per determinare il livello della falda freatica — da effettuare prima dell'inizio dei lavori — le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio e spostamento da un punto all'altro dei lavori dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine. Si intendono pure già remunerati con i compensi stabiliti dall'Elenco per i noli delle pompe: il noleggio, la posa, e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico, nei limiti tuttavia di un percorso totale di 30 metri. Tali compensi saranno commisurati alle ore di effettivo lavoro, con deduzione delle interruzioni, qualunque ne sia la causa; essi si intendono invariabili, anche per prestazioni in ore notturne e festive.

Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti anti-aggottamento, l'Impresa — a richiesta della Direzione dei Lavori e senza alcun particolare compenso oltre a quelli stabiliti dall'Elenco Prezzi — dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate, allo scopo di abbreviare al massimo i tempi di funzionamento degli impianti.

L'Impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggotamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.

In tutti i lavori di aggotamento, si deve fare attenzione a non asportare con l'acqua pompata particelle di terra, per non compromettere la resistenza del suolo. In ogni caso, a lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

#### 32.3.4 Materiali di risulta

Senza che ciò dia diritto a pretendere maggiorazioni sui prezzi d'Elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

In particolare, l'Appaltatore dovrà realizzare una tempestiva intesa con l'autorità stradale competente, al fine di identificare le modalità ed i luoghi più idonei per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare per il successivo ripristino della massicciata stradale.

Di norma, i materiali scavati che risultino idonei per il rinterro verranno depositati a lato della fossa, sempreché sia disponibile la superficie necessaria, in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.

Il materiale scavato dovrà essere accumulato con un'inclinazione corrispondente all'angolo di scarpa naturale. In generale dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a cure e spese dell'Appaltatore.

Tra lo spigolo superiore della fossa ed il piede della scarpata del materiale di risulta, si deve mantenere libera una striscia sufficiente, come corsia dell'escavatore e per il trasporto dei materiali.

Nel deposito dei materiali di risulta, si deve fare attenzione a non coprire gli idranti, i pozzetti d'ispezione ai condotti dei servizi pubblici sotterranei, i pozzetti per le acque di pioggia stradali e manufatti simili.

Nel caso in cui i cumuli dei materiali di risulta siano adiacenti ad alberature stradali, i tronchi degli alberi devono essere protetti con tavole di legno.

Di norma, i materiali occorrenti per la canalizzazione ed i materiali da riutilizzare per la massicciata stradale dovranno essere accatastati sul lato della fossa opposto a quello ove vengono realizzati i cumuli per il rinterro, avendo cura di mantenere libera una striscia sufficiente per il trasporto dei materiali lungo la fossa.

I materiali di risulta esuberanti e quelli non adatti al rinterro devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a scarica senza deposito intermedio. Qualora, in particolare su strade strette, non sia possibile l'accumulo dei materiali di scavo accanto alla fossa, i materiali idonei al reimpiego debbano essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto e portati ad un deposito intermedio, prescritto o comunque accettato dalla Direzione dei Lavori, ovvero al rinterro dei tronchi di canalizzazione già ultimati.

#### 32.3.5 Rinterri di scavi a sezione obbligata per la costruzione di condotte

Il materiale di rinterro degli scavi sarà quello previsto ad Elenco Prezzi dell'appalto e comunque quello indicato dalla Direzione Lavori.

Il rinterro degli scavi dopo la prova e la posa delle tubazioni avverrà con la massima cura, secondo le indicazioni di progetto e riportate nelle singole voci di elenco prezzi unitari.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il rinterro sarà eseguito a strati di spessore non superiore a cm 30 e ciascuno strato dovrà essere innaffiato e costipato con la mazzeranga o con piastre vibranti, sia che si usi materiale arido nuovo fornito dall'Imprenditore sia che, dietro ordine scritto della Direzione dei Lavori, venga riutilizzato lo stesso materiale proveniente dallo scavo.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,1 s^2$$

dove  $s$  è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto

Nei casi in cui il valore di  $s$  risulti superiore a 20 (carenza di spessore superiore al 20%) si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere:

- una densità in sito non inferiore al **98%** della densità massima fornita dalla prova AASHO mod. (CNR 69/78);
- un modulo di deformazione  **$M_d$**  determinato con prova di carico su piastra da 300 mm (norma CNR n. 146) **non inferiore a 80 MN/m<sup>2</sup>** entro le 24 ore dalla realizzazione.

Per valori di densità inferiori a quello previsto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 (s - 2)^2$$

dove  $s$  è lo scostamento percentuale della densità in sito ( $\gamma_s$ ) rispetto a quella di laboratorio ( $\gamma_{s \text{ ottimo}}$ ) valutato con:

$$s = 100 (0,98 \gamma_{s \text{ ottimo}} - \gamma_s) / 0,98 \gamma_{s \text{ ottimo}}$$

Valori della densità inferiori al 95% del valore di riferimento comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per valori medi del modulo  $M_a$ , determinati con prove di carico su piastra dopo 3 giorni dalla realizzazione inferiori a **80 MN/m<sup>2</sup>** verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = [p/2,5]^2$$

dove  $p$  è la differenza tra il valore di  $M_a$  riscontrato (dopo 3 giorni) ed il valore minimo richiesto (**80 MN/m<sup>2</sup>**).

Valori del modulo  $M_a$  (dopo 3 giorni) inferiori a **50 MN/m<sup>2</sup>** comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il numero minimo delle prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati o della fondazione delle pavimentazioni sia in trincea sia in rilevato è quello riportato nella seguente *Tabella 37*.

*Tabella 37: Prove sul piano di posa*

PROVE DI CARICO SU PIASTRA - UNA OGNI	500 m <sup>2</sup>
PROVE DI DENSITA' IN SITO - UNA OGNI	1000 m <sup>2</sup>

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle fondazioni esistenti. La prova di carico dovrà essere eseguita con piastra da 30 cm, misurando il valore di  $M_d$  [kg/cm<sup>2</sup>] al primo ciclo di carico in conformità a quanto previsto della norma C.N.R. (bollettino ufficiale - norme tecniche) - anno XXVI - n°146 del 14.12.1992.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni e zone ammalorate o potenzialmente più instabili, un rafforzamento del numero di prove sopra riportato.

Le prove di controllo sono tutte a cura e spese dell'impresa.

A giudizio della Direzione dei Lavori, il rinterro potrà essere effettuato prima della prova della tubazione lasciando completamente libere le zone di giunzione dei tubi, che verranno interrate solo dopo la prova di tenuta; l'Impresa potrà per sua volontà effettuare il rinterro completo subito dopo la posa della tubazione, senza attendere l'esito della prova; in tal caso i maggiori oneri per la ricerca degli eventuali punti di perdita e per gli interventi conseguenti saranno a suo carico.

Ad una profondità da fissare, ma normalmente negli strati più alti del rinterro, circa 30 cm sotto il piano viabile, saranno da posare uno o più nastri segnalatori in polietilene, dotati di anima metallica, a seconda dei servizi da interrare, sia in corrispondenza delle tubazioni che degli impianti di derivazione d'utenza.

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spesa alle ricariche che si rendessero necessarie a seguito degli assestamenti del materiale di riempimento; ciò anche dopo effettuata l'asfaltatura e sino all'emissione del certificato di collaudo. Resta comunque fisso il periodo di garanzia del complesso delle opere richieste dalla legge vigente.

Il rinterro di scavi realizzati su terra, in aree agricole o adibite a verde, dovrà essere eseguito avendo particolare cura nel riposizionare il materiale scavato secondo la stratigrafia originaria. Il ripristino delle condizioni originarie ultimerà con il riposizionamento dello strato di terreno vegetale, preliminarmente asportato. La superficie finale, dell'area occupata dai lavori, dovrà essere perfettamente livellata e raccordata con le aree limitrofe.

In caso di intervento in aree agricole, il terreno dovrà essere riportato alle stesse condizioni di lavorazione in essere al momento dell'inizio lavori, ad eccezione delle operazioni di semina, eventualmente da compensare a parte se non esplicitamente compresa nella voce di elenco prezzi. Su aree verdi il terreno dovrà essere nuovamente dissodato, fresato e seminato a tappeto erboso.

#### 32.3.6 Norme antinfortunistiche

L'Appaltatore dovrà sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile ed adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito di veicoli e pedoni, nonché l'attività delle maestranze.

Fermi tutti gli obblighi e le responsabilità in materia di prevenzione degli infortuni, l'Appaltatore risponde della solidità e stabilità delle armature di sostegno degli scavi ed è tenuto a rinnovare o rinforzare quelle parti delle opere provvisorie che risultassero deboli. L'efficienza delle armature dovrà essere verificata giornalmente. Per entrare ed uscire dalla fossa, si dovranno utilizzare apposite scale a pioli solidamente disposte, facendosi assoluto divieto di

utilizzare gli sbadacchi.

L'Appaltatore dovrà contornare, a suo esclusivo carico, tutti gli scavi mediante robusti parapetti, formati con tavole prive di chiodi sporgenti e di scheggiature, da mantenere idoneamente verniciate, ovvero con sbarramenti di altro tipo che garantiscano un'adeguata protezione. In vicinanza delle tranvie, le barriere dovranno essere tenute a distanza regolamentare, e comunque non inferiore a metri 0,80 dalle relative sedi.

In corrispondenza ai punti di passaggio dei veicoli ed agli accessi alle proprietà private, si costruiranno sugli scavi solidi ponti provvisori muniti di robusti parapetti e — quando siano destinati al solo passaggio di pedoni — di cartelli regolamentari di divieto di transito per i veicoli, collocati alle due estremità. La costruzione, il noleggio e il disfacimento di tali passaggi provvisori e delle loro pertinenze saranno compensati con gli appositi prezzi d'Elenco.

**Nell'esecuzione degli scavi, con particolare riferimento a quelli in trincea ove l'area a disposizione, specie in sede stradale, è limitata, e avuto riguardo della natura e della consistenza del terreno e della profondità, l'Impresa dovrà adottare l'impiego di idonee opere provvisorie per il sostegno degli scavi in conformità e nel rispetto di quanto previsto dal D.P.R. 27/04/1955 n. 547 "Norme prevenzione infortuni sul lavoro", dal D.P.R. 07/01/1956 n. 164 "Norme prevenzione infortuni nelle costruzioni", dal D.P.R. 19/03/1956 n. 320 "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo" e di tutte le successive modificazioni ed integrazioni in materia.**

**In particolare l'Impresa dovrà eseguire un'adeguata protezione degli scavi, in funzione della profondità e della tipologia del terreno, prevedendo anche, dove necessario, l'impiego di box di blindaggio a cassa chiusa.**

**Tali opere, come previsto dall'art. 35 del D.P.R. 554/99, non rientrano tra i documenti del progetto esecutivo e sono quindi a carico dell'Impresa come chiaramente indicato all'art. 5 del D. M. LL.PP. n. 145/2000.**

### **Art. 33 Opere provvisorie - ponteggi**

Si renderà opportuno, prima di qualsiasi opera di intervento predisporre uno studio preventivo e razionale dell'impianto di cantiere. Comprenderà la distribuzione di tutti i servizi inerenti la costruzione e tendenti a rendere il lavoro più sicuro e spedito.

Ogni parte aggiuntiva di ponteggio realizzata con elementi non previsti nella struttura modulare munita dell'apposita autorizzazione ministeriale, dovrà essere preventivamente verificata con apposito calcolo statico redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

#### **33.1 Ponteggi in legno fissi**

Elementi verticali - (antenne, piantane, abetelle) con diametro cm 12-25 e lunghezza m 10-12 su cui appoggeranno tramite i gattelli, gli

Elementi orizzontali - (correnti, beccatelli) aventi il compito di collegare tra di loro le antenne e di ricevere il carico dagli

Elementi trasversali - (traverse, travicelli) che si appoggeranno con le loro estremità rispettivamente sui correnti e sul muro di costruzione e su cui insisteranno

Tavole da ponte - tavole in pino o in abete, comunemente dello spessore di cm 4-5 e larghezza maggiore o uguale a cm 20. Andranno disposte in modo che ognuna appoggi almeno su quattro traversi e si sovrapponga alle estremità per circa cm 40.

La distanza tra antenne sarà di m 3,20-2,60, quella delle antenne dal muro di m 1,50 circa, quella dei correnti tra loro di m 1,40-3,50 e quella dei traversi infine, sarà minore di m 1,20. I montanti verranno infissi nel terreno, previa applicazione sul fondo dello scavo di una pietra piatta e resistente o di un pezzo di legno di essenza forte e di adeguato spessore.

Sino a m 8 d'altezza ogni antenna potrà essere costituita da un solo elemento, mentre per altezze superiori sarà obbligatorio ricorrere all'unione di più elementi collegati mediante reggetta in ferro (moietta) o mediante regoli di legno (ponteggi alla romana). Le congiunzioni verticali dei due elementi costituenti l'antenna dovranno risultare sfalsati di almeno m 1. Onde contrastare la tendenza del ponteggio a rovesciarsi verso l'esterno per eventuali cedimenti del terreno, andrà data all'antenna un'inclinazione verso il muro di circa il 3% e il ponteggio andrà ancorato alla costruzione in verticale almeno ogni due piani e in orizzontale un'antenna sì e una no.

Il piano di lavoro del ponteggio andrà completato con una tavola (tavola ferma piede) alta almeno cm 20, messa di costa internamente alle antenne e poggiata sul piano di calpestio; un parapetto di sufficiente resistenza, collocato pure internamente alle antenne ad un'altezza minima di m 1 dal piano di calpestio e inchiodato, o comunque solidamente fissato alle antenne.



### 33.2 Ponteggi a sbalzo

Dovranno essere limitati a casi eccezionali e rispondere alle seguenti norme:

- a) il tavolato non dovrà presentare alcun interstizio e non dovrà sporgere dalla facciata per più di m 1,20;
- b) i traversi di sostegno dovranno prolungarsi all'interno ed essere collegati rigidamente tra di loro con robusti correnti, dei quali almeno uno dovrà essere applicato subito dietro la muratura;
- c) le sollecitazioni date dalle sbadacchiature andranno ripartite almeno su una tavola;
- d) i ponteggi a sbalzo contrappesati saranno limitati al solo caso in cui non sia possibile altro accorgimento tecnico per sostenere il ponteggio.

### 33.3 Ponteggi metallici a struttura scomponibile

Andranno montati da personale pratico e fornito di attrezzi appropriati. Si impiegheranno strutture munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

- a) gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, basi) dovranno portare impressi a rilievo o ad incisione il nome o marchio del fabbricante;
- b) le aste di sostegno dovranno essere in profilati o in tubi senza saldatura;
- c) l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base a superficie piatta e di area 18 volte maggiore dell'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;
- d) i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, e ogni controventatura dovrà resistere sia a compressione che a trazione;
- e) i montanti di ogni fila dovranno essere posti ad interassi maggiori o uguali a m 1,80;
- f) le tavole che costituiscono l'impalcato andranno fissate, in modo che non scivolino sui travi metallici;
- g) i ponteggi metallici di altezza superiore a m 20 o di notevole importanza andranno eretti in base ad un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

### 33.4 Puntelli: interventi provvisori

Usati per assorbire le azioni causanti il fenomeno di dissesto dell'elemento strutturale, sostituendosi, sia pure in via provvisoria, a questo. Potranno essere realizzati in legno, profilati o tubolari di acciaio o in cemento armato, unici ad un solo elemento, o multipli, a più elementi, formati, anche dalle strutture articolate.

L'impiego dei puntelli è agevole e immediato per qualsiasi intervento coadiuvante: permetterà infatti di sostenere provvisoriamente, anche per lungo periodo, qualsiasi parte della costruzione gravante su elementi strutturali pericolanti.

I puntelli sono sollecitati assialmente, in generale a compressione e, se snelli, al carico di punta. Pertanto dovranno essere proporzionati al carico agente e ben vincolati: alla base, su appoggi capaci di assorbire l'azione che i puntelli stessi trasmettono; in testa, all'elemento strutturale da sostenere in un suo punto ancora valido, ma non lontano dal dissesto e con elementi ripartitori (dormiente, tavole). Il vincolo al piede andrà realizzato su parti estranee al dissesto e spesso alla costruzione.

I vincoli dovranno realizzare il contrasto con l'applicazione di spessori, cunei, in legno di essenza forte o in metallo.

### 33.5 Travi come rinforzi provvisori o permanenti

Per travi in legno o in acciaio, principali o secondarie, di tetti o solai. In profilati a T, doppio T, IPE, a L, lamiera, tondini: per formare travi compatte o armate: aggiunte per sollevare totalmente quelle deteriorate. Potranno essere applicate in vista, o posizionate all'intradosso unite a quelle da rinforzare con staffe metalliche, chiodi, o bulloni.

## Art. 34 Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc., sia parziali che complete, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la direzione dei lavori, sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte, e dovrà venire eseguita nei limiti strettamente

necessari in base alle disposizioni che di volta in volta impartirà la Direzione Lavori all'atto esecutivo. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in pristino le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della direzione dei lavori, devono essere opportunamente puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla direzione stessa, usando cautele per non danneggiarli sia nella pulizia, sia nel trasporto, sia nei loro assestamento e per evitarne la dispersione.

Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Capitolato generale, con i prezzi indicati nell'Elenco Prezzi.

I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportati fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.

Dovrà inoltre essere posta la massima cura da parte dell'impresa al fine di evitare che i materiali reimpiegabili non vengano comunque danneggiati. Sarà inoltre responsabile della loro custodia e conservazione nell'ambito del cantiere di lavoro.

Qualora dovessero verificarsi danneggiamenti, perdite, asportazioni di materiali reimpiegabili di qualsiasi genere l'impresa dovrà provvedere alla fornitura di altrettanti materiali dello stesso tipo, dimensioni e stato di conservazione. I materiali reimpiegabili dovranno riunirsi od accatastarsi nelle vicinanze del punto del loro reimpiego se questo avviene immediatamente; in caso diverso dovranno invece accatastarsi distintamente per ogni tipo in posizione da destinarsi appositamente nel cantiere di lavoro.

## **Art. 35 Opere di muratura**

### **35.1 Malte per murature**

L'acqua e la sabbia per la preparazione degli impasti devono possedere i requisiti e le caratteristiche tecniche di cui agli articoli relativi agli inerti.

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 decreto ministeriale 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.

I componenti le malte saranno ad ogni impasto separatamente misurati. La miscela tra sabbia e legante sarà fatta a secco; l'acqua sarà aggiunta, in misura non superiore al necessario, soltanto dopo il raggiungimento di una intima miscelazione.

Qualora la confezione avvenga manualmente, si dovrà operare sopra aree convenientemente pavimentate e riparate dal sole e dalla pioggia, cospargendo in più riprese l'acqua necessaria.

Per lavori nella stagione rigida, la Direzione dei Lavori potrà richiedere di unire alla malta un solvente; per tale impiego, l'Impresa non potrà sollevare eccezioni e non avrà diritto ad alcun maggior compenso oltre il prezzo stabilito dall'Elenco per tale prodotto.

Il volume degli impasti sarà limitato alla quantità necessaria all'immediato impiego; gli eventuali residui dovranno essere portati a rifiuto.

I componenti le malte saranno ad ogni impasto separatamente misurati. La miscela tra sabbia e legante sarà fatta a secco; l'acqua sarà aggiunta, in misura non superiore al necessario, soltanto dopo il raggiungimento di una intima miscelazione.

Qualora la confezione avvenga manualmente, si dovrà operare sopra aree convenientemente pavimentate e riparate dal sole e dalla pioggia, cospargendo in più riprese l'acqua necessaria.

Per lavori nella stagione rigida, la Direzione dei Lavori potrà richiedere di unire alla malta un solvente; per tale impiego, l'Impresa non potrà sollevare eccezioni e non avrà diritto ad alcun maggior compenso oltre il prezzo stabilito dall'Elenco per tale prodotto.

Il volume degli impasti sarà limitato alla quantità necessaria all'immediato impiego; gli eventuali residui dovranno essere portati a rifiuto.

### 35.6 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 ed 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, ecc.);
- 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, ecc.

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. Il nucleo della muratura in calcestruzzo dovrà essere gettato sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

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

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 riempia tutte le connessioni.

La larghezza dei giunti non dovrà essere maggiore di 8 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 la 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 profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisce 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, ecc. 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 e 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 ed al sovraccarico.

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

All'atto della posa, i mattoni saranno premuti e battuti con il manico della cazzuola, in modo da far rifluire il sottostante letto di malta sino al completo riempimento delle connessioni. Queste non saranno rabboccate nelle superfici esterne; si curerà, anzi, che la malta si arresti internamente al filo del muro, così da consentire, a seconda della finitura prevista, un maggior ancoraggio all'intonaco o una miglior stilatura.

Qualora le superfici esterne debbano essere lasciate a vista, con semplice stilatura delle connessioni, nella loro realizzazione si impiegheranno i mattoni di miglior forma e cottura e di colore più uniforme; questi saranno disposti con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alterando con precisione i giunti verticali.

Nella ricostruzione o ripresa di murature vecchie o lesionate, si dovrà procedere con tutte le cautele e gli accorgimenti indispensabili per la buona riuscita del lavoro, curando il rigoroso rispetto dei piombi e degli squadri, la ripulitura ed

innaffiamento delle pareti vecchie prima di innestarvi quelle nuove, il perfetto incatenamento delle zone di nuova con quelle di vecchia muratura, specialmente in corrispondenza degli incroci di muri longitudinali con muri trasversali. All'atto della posa, i mattoni saranno premuti e battuti con il manico della cazzuola, in modo da far rifluire il sottostante letto di malta sino al completo riempimento delle connessure. Queste non saranno rabboccate nelle superfici esterne; si curerà, anzi, che la malta si arresti internamente al filo del muro, così da consentire, a seconda della finitura prevista, un maggior ancoraggio all'intonaco o una miglior stilatura.

Qualora le superfici esterne debbano essere lasciate a vista, con semplice stilatura delle connessioni, nella loro realizzazione si impiegheranno i mattoni di miglior forma e cottura e di colore più uniforme; questi saranno disposti con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alterando con precisione i giunti verticali.

Le connessure non potranno avere spessore maggiore di 5 mm e, prima dell'applicazione del legante, dovranno essere raschiate e lavate; esse saranno quindi riempite col legante prescritto — al quale potrà anche richiedersi che venga aggiunta polvere di mattone — che dovrà esservi compresso e lisciato a ferro, in modo che le profilature risultino ben allineate, continue, di larghezza costante, e gli spigoli dei mattoni rimangano ben netti e vivi, senza alcuna bava di malta.

Nella ricostruzione o ripresa di murature vecchie o lesionate, si dovrà procedere con tutte le cautele e gli accorgimenti indispensabili per la buona riuscita del lavoro, curando il rigoroso rispetto dei piombi e degli squadri, la ripulitura ed innaffiamento delle pareti vecchie prima di innestarvi quelle nuove, il perfetto incatenamento delle zone di nuova con quelle di vecchia muratura, specialmente in corrispondenza degli incroci di muri longitudinali con muri trasversali.

### **Art. 36 Murature e riempimenti in pietrame a secco - vespai -**

Le murature in pietrame a secco dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione, alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessure verticali.

Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della direzione dei lavori vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini, per lo scolo delle acque.

Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili) dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi e fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

#### **36. 1 Vespai e intercapedini.**

Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.

Per i vespai di pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.

Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

### **Art. 37 Opere di strutture di calcestruzzo**

Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto nel decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008 "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" ed ogni altra disposizione in materia..

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 della 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. I residui di impasto che non avessero per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune che potranno essere utilizzati nella giornata del loro confezionamento.

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.

Per i controlli sul conglomerato cementizio ci si atterrà a quanto previsto dal decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008 "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Il conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M. 14 gennaio 2008.

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.

Nelle esecuzione delle opere di cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche del decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008 "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" ed ogni altra disposizione in materia.

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.

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.

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella legge 5 novembre 1971, n. 1086 nonché del decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008 "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni". Nelle zone sismiche valgono le norme tecniche emanate in forza della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera, appaltata saranno eseguiti in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo.

L'esame e verifica da parte della direzione dei lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

L'appaltatore è tenuto a comunicare alla D.L., almeno 24 ore prima, l'inizio dell'esecuzione dei getti di ogni singola struttura per consentire la verifica in cantiere del rispetto dei disegni strutturali.

### **37.1 Impianti per la produzione**

L'impianto del conglomerato salvo casi particolari e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori deve essere fatto con mezzi meccanici idonei e con l'impiego di impianti di betonaggio che abbiano in dotazione dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti.

I componenti dell'impasto (cemento, inerti, acqua ed additivi), debbono poter essere misurati a peso. È ammessa anche la misurazione a volume dell'acqua e degli additivi solo per le opere di minore importanza e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi, debbono essere di tipo individuale; le bilance per la pesatura degli inerti, possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie classi con successione addizionale).

I dispositivi di misura debbono essere collaudati periodicamente. I silos del cemento debbono essere progettati in

modo da impedire il contatto tra il cemento insilato e l'umidità atmosferica.

### 37.2 Confezione degli impasti

Nel confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà essere riservata ogni cura al rispetto di qualità, quantità e proporzione dei componenti; si dovranno poi adottare tecniche adeguate alla natura, all'importanza ed alla mole delle opere, avvertito che la confezione manuale potrà essere consentita solo in casi eccezionali, per quantitativi limitati di conglomerato ed esclusivamente per l'impiego in getti non armati.

Durante il corso dei lavori dovrà essere frequentemente controllato lo stato igrometrico degli inerti, di cui si terrà conto nel dosaggio dell'acqua, e verificata la loro qualità e composizione granulometrica. Tale verifica è indispensabile tutte le volte che si determinino delle variazioni nelle condizioni di approvvigionamento degli inerti, quali il cambiamento della località di provenienza o dei fornitori.

Di tutte le prove eseguite verrà redatto apposito verbale, firmato dall'Appaltatore e dal Direttore delle strutture e conservato a cura di quest'ultimo, quale allegato del giornale dei lavori relativo alle strutture stesse.

Qualora per il confezionamento si impiegassero delle centrali di betonaggio, l'Appaltatore, prima dell'avvio dei lavori, dovrà far tarare il sistema di pesatura; dovrà poi dimostrare, tutte le volte che gli venga richiesto nel corso dei lavori, il corretto funzionamento del complesso.

L'impiego di centrali di betonaggio installate esternamente ai cantieri potrà essere consentito solo qualora l'Appaltatore rilasci una dichiarazione con la quale si impegna a rifondere tutti i maggiori oneri di controllo e sorveglianza che la Stazione appaltante dovesse per conseguenza sopportare.

In tale evenienza, il collegamento con i cantieri dovrà essere effettuato con autobetoniere munite di serbatoio per il contenimento dell'acqua, le quali, tuttavia, durante il percorso, procederanno alla sola mescolazione degli inerti con il cemento, mentre l'aggiunta dell'acqua dovrà avvenire esclusivamente sul luogo di impiego, per mezzo di uno specifico apparato di misura, del quale le autobetoniere dovranno per conseguenza essere dotate.

Osservate le disposizioni specifiche di legge in materia di accettazione ed impiego dei calcestruzzi, e fatte salve le diverse istruzioni che vigessero all'epoca di esecuzione, le prove di controllo alla consegna in cantiere del calcestruzzo preconfezionato verranno eseguite in accordo con le norme per il riconoscimento della idoneità tecnica della relativa produzione e distribuzione formulate dall'ICITE — Istituto italiano del certificato di idoneità tecnica nell'edilizia.

La resistenza caratteristica a compressione, a 28 giorni di stagionatura, dei conglomerati cementizi da impiegare nella realizzazione di strutture non armate non dovrà in alcun caso risultare inferiore a quella indicata nella *Tabella 38*.

*Tabella 38: Resistenza dei conglomerati cementizi*

Resistenza (kg/cm) del calcestruzzo impiegato nella esecuzione di:	CEMENTO	
	NORMALE	AD ALTA RESISTENZA O ALLUMINOSO
Sottofondi	120	160
Strutture non armate	140	180

Il conglomerato che per qualsiasi motivo non si sia potuto mettere in opera prima dell'inizio della presa, o che residuasse a getto ultimato, non potrà in alcun caso essere impiegato e verrà senz'altro gettato a rifiuto.

### 37.3 Trasporto e posa in opera degli impasti

Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di betonaggio al luogo dell'impiego, deve essere effettuato con mezzi atti a non alterare le caratteristiche dell'impasto e impedire la segregazione dei componenti.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto e il termine della posa in opera, non deve essere tale da causare una diminuzione di consistenza superiore di cm 5 alla prova del cono.

È assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico dalla betoniera.

Prima della posa in opera si dovrà controllare la consistenza dell'impasto. Se questa eccederà i limiti previamente concordati, per ciascun getto (prova del cono) l'impasto sarà scartato o se possibile corretto previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga con autobetoniera sarà facoltà della Direzione Lavori all'atto dello scarico esigere il controllo dell'omogeneità dell'impasto con la prova dell'uniformità.

Se all'atto dello scarico si provveda, a velocità normale, ad un ulteriore mescolamento corrispondente ad almeno 30 giri della betoniera. Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di consistenza, dall'impianto al luogo dello scarico, supererà i 5 cm alla prova del cono.

### 37.4 Palificazioni eseguite in opera

Pali eseguiti in opera con procedimento di trivellazione che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto di conglomerato.

Qualora lo scavo necessitasse di tubo di protezione, lo stesso verrà infisso un tubo metallico del diametro pari a quello del palo da eseguire, il tubo dovrà essere formato con pezzi che collegati assicurino la perfetta coassialità. Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e senza sollevarlo o ritirare il tubo e messa in opera la gabbia metallica, si inizierà la formazione della base del palo gettando. Si procederà poi alla esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente in relazione alla natura del terreno e sollevando gradatamente il tubo forma metallico in modo tale che restino nel tubo almeno cm.50 di calcestruzzo senza abbandonarlo mai in modo da evitare che nel tubo si introduca acqua o terra. Dopo il getto di ognuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo di lamierino esterno al tubo forma che verrà lasciato in posto, cura particolare si dovrà usarsi affinché non si verifichino soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e ciò specialmente al momento della sfilatura del tubo. In presenza di terre sciolte in acqua, con preventiva fresatura sempre per la totale larghezza della strada altezza senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per i pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati.

### **37.5 Casseri e dime**

I casseri e le dime potranno essere sia di legno sia metallici. Nel primo caso, le tavole saranno accuratamente levigate e gli spigoli ben refiletti; inoltre, prima del getto, esse verranno inumidite per asperione, in modo adeguato alle condizioni climatiche ambientali. Le connessioni tra i vari elementi, qualunque sia la loro natura, dovranno essere ben curate; essi verranno perfettamente accostati, specie per i getti effettuati con impasti fluidi o da vibrare, in modo che sia contenuta al minimo la fuoruscita di legante.

In caso di reimpiego, dovrà essere effettuata un'accurata pulizia, asportando tutti gli eventuali residui del precedente getto e rinvivando le superfici. I casseri e le dime non potranno tuttavia essere reimpiegati quando risultino deformati, ammaccati, sbrecciati o comunque lesionati, ovvero quando le loro superfici, anche dopo pulizia, si presentino incrostate o la loro struttura si sia indebolita in modo da temere deformazioni o cedimenti durante il getto.

Nel collocare in opera, o nel realizzarli, i casseri e le dime, si dovrà avere cura di rispettare in tutto le dimensioni previste per le opere; verificato che il posizionamento risulta corretto, si procederà quindi al bloccaggio ed ancoraggio, contrastando adeguatamente le parti che debbono sopportare le spinte maggiori durante il getto, così da evitare spostamenti.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere o, a richiesta dell'Appaltatore, autorizzare l'impiego di disarmanti. Tali prodotti dovranno tuttavia essere di uso specifico e risultare perfettamente compatibili con i getti e con le protezioni superficiali previste; per il loro uso, in nessun caso potrà essere riconosciuto all'Appaltatore un compenso, che si intende già compreso nei prezzi stabiliti dall'Elenco per i conglomerati, in rapporto alle caratteristiche prescritte dal Capitolato per le loro superfici.

I contrasti che fossero stati posti all'interno dei casseri, nella zona da riempire con il conglomerato, dovranno essere tolti a tempo debito, evitando che abbiano a rimanere inglobati nel getto.

Per le casseforme in genere per conglomerati cementizi l'Impresa può adottare il sistema che ritiene più idoneo o di sua convenienza, purché soddisfi alle condizioni di stabilità e sicurezza, compreso il disarmo e la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Nella costruzione sia delle armature che delle centinature, l'Impresa è tenuta a prevedere gli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura, l'abbassamento possa venire simultaneamente fatto.

Nella progettazione e nell'esecuzione delle armature e delle centinature l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati o circa le sagome libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

Si intende che le centinature per gli archi attraversanti fossi, alvei, ecc. soggetti a piene dovranno essere eseguite a sbalzo.

### **37.6 Armature metalliche**

Le armature metalliche delle opere in conglomerato cementizio saranno di norma costituite da tondi di acciaio normali; tale limitazione potrà essere rimossa solo a seguito di motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

La sagomatura a piegatura dei ferri dovranno avvenire a freddo, impiegando strumenti idonei e rispettando i raggi minimi di curvatura prescritti dalle norme o quelli maggiori previsti dal progetto.

La distanza tra la superficie metallica e la faccia esterna del conglomerato (copriferro) dovrà essere fissata in relazione alle dimensioni degli inerti e sarà di almeno due centimetri; la distanza minima sarà invece di quattro centimetri,

qualora le opere siano da eseguire sul litorale marino o a breve distanza dal mare, ovvero, trovandosi esse in ambiente aggressivo, non sia previsto uno specifico trattamento protettivo superficiale.

Nella posa in opera delle armature si dovranno rispettare tutte le prescrizioni, anche se più restrittive di quelle di Legge, che il progetto statico detterà in ordine all'ancoraggio dei ferri ed alle giunzioni.

I sostegni provvisori installati per assicurare il corretto distanziamento delle armature dovranno essere tolti con il procedere dei getti, evitando che abbiano a rimanervi inglobati.

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 compressa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.

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 nel D.M. 14.01.2008. Per barre di acciaio inossidato a freddo le piegature non possono essere effettuate a caldo, 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. Copriferro maggiori richiedono opportuni provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti). Affinché sia rispettato il copriferro si dovrà impiegare opportuni distanziatori.

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.

## **37.7 Getti**

### *37.7.1 Norme generali*

Nell'eseguire i getti si dovrà avere ogni cura atta ad evitare la disaggregazione dei componenti e lo spostamento delle armature specialmente quando il conglomerato sia da collocare in opera entro pozzi o trincee di particolare profondità. In tali casi si adotteranno quindi, per il getto, scivoli, tramogge ed altre idonee apparecchiature per il cui uso non spetterà all'Appaltatore compenso alcuno e si confezioneranno conglomerati ad elevata coesione.

Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi.

Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.

Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc. Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due lati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a scopo di controllo delle perdite per attrito.

L'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta, le modalità delle iniezioni devono egualmente rispettare le suddette norme.

L'appaltatore è tenuto a comunicare alla D.L., almeno 24 ore prima, l'inizio dell'esecuzione dei getti di ogni singola struttura per consentire la verifica in cantiere del rispetto dei disegni strutturali.

### *37.7.2 Riprese*

Lo spessore dei vari strati non dovrà superare i 5 cm; essi interesseranno tutta l'estensione della parte di opera da eseguirsi contemporaneamente e la loro superficie dovrà risultare normale alla direzione degli sforzi. Strato per strato, il conglomerato dovrà essere ben battuto e costipato finché l'acqua affiori in superficie, in modo da eliminare i vuoti all'interno della massa e tra questa e le superfici di contenimento.

Qualora i getti debbano avvenire contro terra, le pareti ed il fondo dello scavo dovranno essere perfettamente regolarizzati, gli angoli e gli spigoli ben profilati; il fondo, poi, se si operi in terreno sciolto, verrà anche ben battuto.



### *37.7.3 Vibrazione*

La vibrazione potrà essere prescritta anche nei casi in cui non sia espressamente prevista dal progetto statico; in particolare, essa dovrà essere senz'altro eseguita qualora i conglomerati siano confezionati con cemento ad alta resistenza, ovvero il rapporto acqua/cemento venga tenuto inferiore a 0,5.

Per poter procedere alla vibrazione, il conglomerato dovrà essere confezionato con inerti a curva granulometrica accuratamente studiata, evitando un eccesso di malta, che favorirebbe la sedimentazione degli inerti in strati di differente pezzatura, o un suo difetto, per cui essa tenderebbe ad occupare gli strati inferiori, lasciando vuoti quelli superiori. Particolare cura dovrà essere riservata al dosaggio dell'acqua, in modo da confezionare un conglomerato asciutto, con consistenza di terra umida debolmente plastica.

La vibrazione dovrà sempre essere eseguita da personale esperto, impiegando, a seconda dei casi, vibratori esterni, da applicare alla superficie del getto o alle casseforme, ovvero interni.

La vibrazione superficiale sarà ammessa solo per le solette dei manufatti con spessore fino a 20 cm; quando si attui la vibrazione dei casseri, questi dovranno essere adeguatamente rinforzati e sarà opportuno fissare rigidamente ai medesimi gli apparecchi.

La vibrazione interna verrà eseguita con apparecchi ad ago ovvero a lama; quelli del secondo tipo saranno da preferire in presenza di una fitta armatura. La frequenza di vibrazione dovrà essere dell'ordine di 10.000 cicli/minuto.

Prima di dare inizio alle operazioni, si dovrà determinare sperimentalmente raggio d'azione dell'apparecchio, così da stabilire i punti d'attacco (la distanza fra i quali dovrà essere tale da garantire che il getto venga lavorato in modo omogeneo) e lo spessore dello strato interessato.

Si opererà quindi strato per strato e in modo che ciascuno di essi venga vibrato non più di un'ora dopo il sottostante e che la vibrazione interessi, per un'altezza adeguata, la parte superiore di quest'ultimo; saranno sempre usate le cautele necessarie ad evitare lo spostamento delle armature metalliche e la segregazione del conglomerato.

I vibratori verranno immersi nel getto e quindi lentamente ritirati, con una velocità media nei due percorsi di 8/10 cm/sec; ad evitare la stratificazione degli inerti, la vibrazione sarà sospesa non appena compaia in superficie un sottile strato di malta omogenea ricca d'acqua.

### *37.7.4 Protezione dei getti*

In relazione alle vicende climatiche stagionali, la Direzione dei Lavori potrà disporre, senza che l'Appaltatore possa reclamare compensi di soda, in aggiunta a quelli stabiliti dall'Elenco per i conglomerati, che le opere vengano protette in modo adeguato. In ogni caso, se la Direzione dei Lavori riterrà che le protezioni adottate siano state insufficienti, potrà ordinare, sempre senza che all'Appaltatore spetti compenso alcuno, il prelievo di campioni dalle opere, da sottoporre alle prove del caso.

### *37.7.5 Getti subacquei*

Nei getti subacquei dovranno essere impiegate tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi di immersione che la Direzione dei Lavori riconoscerà idonei; dovrà poi usarsi la massima diligenza, per evitare che durante l'affondamento il conglomerato subisca dilavamenti o irregolari stratificazioni.

### *37.7.6 Regolarizzazione delle superfici del getto*

Si premette che i prezzi stabiliti dall'Elenco per i calcestruzzi, i casseri e le dime già prevedono e remunerano una corretta rifinitura delle superfici, senza protuberanze, placche, risalti, avvallamenti, alveolarità e simili. Per tutte le operazioni di regolarizzazione sottodescritte non verrà pertanto, in nessun caso, riconosciuto un compenso aggiuntivo all'Appaltatore; per contro, la Direzione dei Lavori, avuto riguardo alla natura ed entità delle irregolarità ed alla rifinitura prevista, potrà sia operare congrue detrazioni sui prezzi d'Elenco, sia disporre, a tutte spese dell'Appaltatore, l'adozione di quegli ulteriori provvedimenti che ritenga idonei a garantire il pieno ottenimento delle condizioni e dei risultati richiesti dal progetto.

Fermo il principio suindicato, non appena effettuato il disarmo, si procederà alla accurata regolarizzazione delle superfici dei getti. A tale scopo, si dovranno innanzi tutto asportare, con la costa della cazzuola o con altro attrezzo, le protuberanze che si fossero formate durante il getto in corrispondenza alle connessioni dei casseri o delle dime; si dovranno pure asportare quelle placche che, avendo aderito ai casseri o alle dime durante la presa, pur non essendosi distaccate durante il disarmo, si siano incrinare internamente alla muratura e non facciano quindi più corpo con la medesima.

Si provvederà quindi a livellare con malta di cemento gli avvallamenti lasciati dalle placche distaccate, ad eliminare gli eventuali risalti formati tra parti contigue della casseratura o della dima e a stuccare accuratamente le eventuali cavità alveolari e porosità in genere del getto, rifinendo di norma le superfici rappezzate a frattazzo fine.

## **Art. 38 Misure di difesa dei materiali cementizi dalla corrosione**

### **38.1 Misure nel caso di corrosione media**

Se il grado di corrosione da H<sub>2</sub>S è media (H<sub>2</sub>S nei liquami < 0,6 ppm), dovrà essere modificata la composizione del calcestruzzo, mediante una delle seguenti misure, secondo le indicazioni del progetto o della Direzione dei Lavori:

- uso di cementi resistenti ai solfati, in particolare cemento alluminoso;
- uso di additivi calcarei;
- riporto di uno strato di calcestruzzo da sacrificare.

### **38.2 Misure nel caso di corrosione forte**

Nel caso in cui la corrosione da H<sub>2</sub>S sia forte (H<sub>2</sub>S nei liquami < 0,5 ppm), saranno adottate le seguenti misure, secondo le indicazioni del progetto o della Direzione dei Lavori.

#### *38.2.1 Rivestimenti con malte speciali*

I rivestimenti in malta avranno spessori > 5 mm fino a 10 mm.

Per la confezione della malta saranno utilizzate resine (epossidiche, poliestere, poliuretaniche ecc.) e cariche per ridurre la contrazione durante l'indurimento e nel lungo periodo, costituite da farina o sabbia di quarzo. È ammesso anche il ricorso all'aggiunta di materiali fibrosi per migliorare la resistenza alla trazione.

Per garantire l'adesione della malta resinosa alle superfici interne dei condotti, è fondamentale un buon essiccamento in profondità. Per impedire processi osmotici, la superficie del rivestimento deve essere compattata e immune da pori con una forte pressione idraulica esterna è prescritta un'impermeabilizzazione della superficie esterna dei condotti.

#### *38.2.2 Rivestimenti con materiali a forma di pietre, nastri o corpi tubolari*

Si distingue tra rivestimenti parziali (nella parte inferiore o superiore) e rivestimenti totali, questi ultimi non autoportanti o autoportanti. Si distingue altresì tra collegamenti per adesione o ancoraggio; nel caso di rivestimenti totali autoportanti, collegamento può cadere.

I rivestimenti parziali della suola servono alla difesa dall'attacco chimico diretto e dall'abrasione e devono salire fino al livello raggiunto dalla portata di punta in tempo asciutto, proteggendo la zona soggetta alle oscillazioni, che risulta la più esposta alle corrosioni. I rivestimenti parziali della volta servono alla difesa dalla corrosione provocata dai gas sviluppatasi dalle acque e devono giungere fino alla zona bagnata dall'acqua. I rivestimenti totali difendono contemporaneamente i due settori e devono essere in grado di assicurare la resistenza dell'intera canalizzazione alle varie forme di attacco nell'intero arco di vita.

Per il rivestimento della suola verranno usate cunette in gres, PVC e PE ad alta densità con malte speciali a base di resine artificiali (letto con spessore di 10 mm e giunti con larghezza di 10 mm).

Sia per i rivestimenti parziali della volta che per i rivestimenti totali, saranno usate lastre in PVC, PP o HDPE, con spessori da 3 a 10 mm, munite sul retro di profili speciali (per esempio a T, a spazzola), che consentono l'ancoraggio nel calcestruzzo.

## **Art. 39 Strutture in acciaio**

### **39.1 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, nonché del decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/2008 "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

L'impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed 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.

Il numero e le esatte dimensioni delle opere metalliche da fornirsi devono essere accertati e rilevati dall'Appaltatore, a tutte sue cure e spese, anche quando le opere siano oggetto di separato appalto.

Qualora, a causa della inesattezza o incompletezza dei rilievi, si dovessero eseguire delle modifiche alle opere metalliche, ovvero — sempreché possibile ed ammesso della Direzione dei Lavori — alle parti murarie cui le stesse debbano essere fissate, le conseguenti spese saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore, il quale sarà pure tenuto a risarcire i danni che da ciò derivassero alla Stazione appaltante.

### **39.2 Prescrizioni relative alla fornitura**

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione dei Lavori le fabbriche presso le quali saranno realizzate le opere metalliche oggetto dell'appalto. Non appena i materiali da impiegare nella relativa costruzione siano stati approvvigionati, dovrà darne tempestivo avviso alla Direzione stessa, così da consentire che gli accertamenti, i controlli e le prove del caso possano essere disposti tempestivamente.

Accettati i materiali — ferme comunque restando le responsabilità dell'Appaltatore al riguardo, ai sensi dei precedenti punti — dovrà procedersi, per ciascuna delle principali opere oggetto di fornitura, all'esecuzione di un campione da sottoporre alla Direzione dei Lavori per gli accertamenti di qualità e le prove che questa intendesse effettuare, nonché per le eventuali modifiche che risultassero opportune per il miglior esito della fornitura.

I campioni — alla cui esecuzione l'Appaltatore deve provvedere a sue cure e spese — e tutti i pezzi che la Direzione dei Lavori intenda visionare in corso di lavorazione, o appena ne sia stata ultimata l'esecuzione e prima del loro trasporto in cantiere, dovranno essere sottoposti all'esame con le superfici a vista non protette, in modo da consentire il miglior accertamento della qualità dei materiali e della idoneità delle lavorazioni.

### **39.3 Prescrizioni costruttive**

La lavorazione dovrà essere accurata.

Le saldature dovranno sempre essere accuratamente pulite nonché — quando ciò sia staticamente possibile e venga ritenuto opportuno dalla Direzione dei Lavori — adeguatamente spianate.

Le superfici che debbano essere tra loro collegate stabilmente per sovrapposizione, prima dell'unione, dovranno essere adeguatamente preparate e protette con le vernici anticorrosive previste o prescritte; le parti delle opere che, per forma o condizioni di posa, siano tali da permettere che vi si raccolgano le acque, dovranno essere opportunamente forate — sempreché le condizioni statiche lo consentano — in modo da evitare il verificarsi di ristagni; qualora non possano essere praticati i fori, si dovranno adottare diverse soluzioni costruttive, ovvero eliminare gli inconvenienti all'atto della protezione superficiale dei pezzi, colmando le capacità o modificando le sagome con idonei mastici.

### **39.4 Protezioni superficiali**

La protezione superficiale delle opere metalliche dovrà, di norma, essere iniziata in officina, non appena ultimata la loro costruzione ed effettuato, se previsto, il controllo da parte della Direzione dei Lavori. Le operazioni da eseguirsi nei vari casi sono di seguito elencate, fermo comunque l'osservanza delle prescrizioni di progetto e delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

#### *39.4.1 Zincatura a caldo*

In presenza di ambiente marino od aggressivo, dovrà essere eseguita obbligatoriamente la zincatura a caldo, accertando tuttavia previamente che essa non sia incompatibile con il tipo di aggressione cui i manufatti saranno sottoposti.

#### *39.4.2 Preparazione delle superfici*

La preparazione delle superfici zincate a caldo avrà luogo in cantiere, a piè d'opera, prima dell'eventuale montaggio dei vari elementi di cui si comporgano i pezzi. La preparazione consisterà nell'accurata pulizia e sgrassatura delle superfici e nella successiva ripresa — di norma mediante vernice al cromato di zinco — dei punti in cui la protezione si presenti ammalorata o risulti asportata. Nessun compenso spetterà all'Appaltatore per l'esecuzione delle operazioni contemplate dal presente comma.

La protezione delle superfici metalliche non zincate sarà preceduta da una accurata preparazione, da attuarsi di norma mediante sabbiatura a metallo quasi bianco, secondo la specifica pubblicata dallo Steel Structures Painting Council, o decapaggio.

In casi particolari, potrà essere consentita o prescritta dalla Direzione dei Lavori una sabbiatura meno accurata; altri metodi, meccanici o manuali, di preparazione saranno ammessi in via del tutto eccezionale, per opere o pezzi che, per importanza o modalità di posa, si possano giudicare con sicurezza soggetti a modeste aggressioni.

Ove già non siano disponibili le specifiche quotazioni, i corrispettivi per le eventuali preparazioni meccaniche alternative alla sabbiatura a metallo quasi bianco verranno stabiliti in congrua proporzione con quelli previsti dall'Elenco per questa operazione; nessun corrispettivo spetterà invece all'Appaltatore per la preparazione manuale, intendendosi questa già remunerata con i prezzi previsti dall'Elenco per la verniciatura.

#### *39.4.3 Trattamenti protettivi*

Le norme di seguito indicate non sono applicabili quando i pezzi metallici debbano essere protetti mediante vernici anticorrosive, nel qual caso saranno impartite dalla Direzione dei Lavori specifiche disposizioni, avuto anche riguardo a quanto prescritto nei successivi punti.

Tra le varie mani dovrà essere lasciato trascorrere il tempo prescritto dal Fabbrikante del prodotto; qualora l'applicazione di una strato debba di necessità aver luogo dopo un tempo superiore a quello massimo prescritto, si dovrà tenerne conto, impiegando, nel dare la mano sottostante, idonei prodotti modificanti, che consentano il rinverdimento del film protettivo prima di applicare la mano superiore.

La tonalità di ciascuna mano dovrà risultare — se del caso a seguito di modifica mediante idonei pigmenti — conforme a vista rispetto a quella della mano precedente.

La protezione delle superfici zincate a caldo consisterà, di norma, nella applicazione di una mano di cromato di zinco, data una volta eseguito l'eventuale montaggio dei singoli pezzi di cui si componga l'opera e — in questa ipotesi — previa accurata pulizia, con ripresa dei punti in cui la protezione si presenti ammalorata o risulti asportata.

La protezione delle superfici metalliche non zincate avverrà normalmente in officina, non appena ultimata la preparazione, previa accurata pulizia e sgrassatura. A seconda delle prescrizioni, si impiegheranno vernici antiruggine o anticorrosive, applicate in almeno due mani, l'ultima delle quali data dopo l'eventuale montaggio dei vari elementi di cui si componga l'opera e — in questa ipotesi — previa accurata pulizia, con ripresa dei punti in cui la prima protezione si presenti ammalorata o risulti asportata.

#### *39.4.4 Rifinitura delle superfici*

Valgono le considerazioni generali esposte al paragrafo precedente. Di norma, la rifinitura delle superfici avverrà in cantiere e sarà eseguita mediante applicazione di due mani delle vernici previste o prescritte, la prima data a piè d'opera e l'ultima in opera.

Prima di ciascuna mano, si dovrà provvedere, se necessario, all'accurata pulizia e sgrassatura delle superfici, con ripresa dei punti in cui la protezione si presenti ammalorata o risulti asportata a seguito delle operazioni di trasporto o di posa in opera.

### **39.5 Trasporto, montaggio e posa in opera**

L'Appaltatore è tenuto a sostituire con materiale nuovo tutti i pezzi che subiscano guasti o rotture durante il trasporto, il montaggio ovvero durante o dopo la posa in opera, quando tali rotture risultino dipendenti da difettosa struttura o da qualità del materiale non corrispondente alle prescrizioni del presente Capitolato.

In questi casi, l'Appaltatore è inoltre responsabile dei danni che derivassero alla Stazione appaltante o a terzi.

La posa in opera si intende sempre comprensiva — qualsiasi siano le previste modalità di remunerazione — di tutte le operazioni preparatorie, anche di quelle che occorresse eseguire già durante la costruzione, delle opere murarie e di tutti i ripristini.

Essa dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte, in modo che le opere assolvano pienamente e correttamente alle funzioni loro assegnate dal progetto.

### **39.6 Collaudo tecnologico dei materiali.**

Ogni volta che i materiali destinati alla costruzione di strutture di acciaio pervengono dagli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa 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 fonderia 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'impresa.

Le prove e le modalità di esecuzione sono quelle prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008 e successivi aggiornamenti ed altri eventuali a seconda del tipo di metallo in esame.

### **39.7 Controlli in corso di lavorazione**

L'Impresa 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'impresa 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.

### **39.8 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 sopraccitato, 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'impresa 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'impresa è tenuta 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 le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

### **39.9 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 una 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'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 1086/71.

## **Art. 40 Realizzazione delle canalizzazioni in muratura**

Per le canalizzazioni in muratura di mattoni o in calcestruzzo realizzate in opera valgono le seguenti disposizioni particolari, integrative di quelle indicate ai precedenti punti.

### **40.1 Realizzazione in trincea**

I condotti dovranno essere costruiti mantenendo il piano di fondazione costantemente asciutto, se del caso con

opportune opere di drenaggio.

Il piano di fondazione dovrà essere sistemato in conformità alle prescritte livellette e su di esso si farà luogo al getto del sottofondo e della fondazione.

Sul piano superiore del getto di fondazione si collocheranno in giusto allineamento e livelletta i pezzi speciali di fondo e, dopo verificata l'esattezza della loro posa in opera, si rinalzeranno con malta di cemento a sabbia, colando poi boiaccia di puro cemento o malta anticorrosiva nei giunti dei pezzi successivi.

In seguito si passerà alla gettata della parte inferiore dei piedritti, lasciando in essi, con apposite dime, la rientranza per il rivestimento dei mattoncini o piastrelle, ove questa debba aver luogo; eseguito anche il rivestimento è completato con la relativa stilatura, si appresteranno le dime superiori a si farà la gettata dei rimanenti piedritti, lasciando le incassature per i pezzi speciali di immissione degli scarichi laterali.

Si procederà poi all'armatura della volta, alla sua formazione in getto di calcestruzzo o in mattoni, secondo quanto sia ordinato, e sopra la volta si stenderà la cappa lisciandola a terra con spolveratura di cemento puro.

Quando il calcestruzzo della volta abbia fatto sufficiente presa, si toglieranno le armature e si procederà alla intonacatura interna del condotto.

Nella realizzazione delle volte circolari potranno essere utilizzate, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori, dime, casseforme rigide oppure (per i getti in calcestruzzo) forme pneumatiche tubolari. Nel caso di casseforme rigide, per sezioni di qualsiasi tipo, si procederà in un'unica ripresa all'armatura della parte superiore dei piedritti e della volta; nel caso di forme pneumatiche, per sezioni circolari, dovrà essere oggetto di particolari cure il loro ancoraggio, così da evitarne lo spostamento ed il sollevamento durante il getto.

In entrambi i casi, la messa in opera delle dime dovrà essere eseguita con centratura planimetrica ed a quota esatta; il getto, poi, avverrà per strati dello spessore prescritto, uniformemente distribuiti sui due tali delle dime; esso verrà interrotto, e contenuto da idonee cassetture di testata, in corrispondenza delle camerette, alla cui costruzione si provvedere successivamente al disarmo della canalizzazione.

Il disarmo per sgonfiamento e l'estrazione delle forme pneumatiche dovrà avvenire da 12 a 16 ore dopo il getto; appena recuperate, le forme pneumatiche verranno accuratamente lavate per togliere ogni residuo cementizio, non tollerandosene il reimpiego se esse siano incrostate o comunque non perfettamente pulite.

Non appena tolte le dime ed i casseri, le superfici del getto verranno regolarizzate con le modalità prescritte al precedente punto 2.5.5, subito dopo si procederà, secondo le previsioni di progetto, alla intonacatura, o, se necessario, alla preparazione delle superfici per l'applicazione dei rivestimenti protettivi.

## **40.2 Realizzazione in galleria**

Per la realizzazione dei condotti in galleria, si apriranno dapprima i pozzi sull'asse della galleria o lateralmente, alla distanza l'uno dall'altro prescritta dalla Direzione dei Lavori.

I pozzi, solidamente armati, dovranno scendere fino al piano inferiore della fondazione del condotto e fino al piano di posa dei drenaggi se si entra nella falda acquifera sotterranea.

Nei pozzi troveranno posto le pompe; le dime si affonderanno almeno fino ad un metro sotto il fondo del pozzo. L'avanzamento dello scavo in galleria si farà con due squadre per ogni pozzo appena siano in posto i due quadri di inizio, e proseguirà fino all'incontro dei due attacchi.

Dopo di che si procederà in rapida successione a sistemare il piano di fondazione in conformità alle prescritte livellette, alla gettata del sottofondo, della fondazione e della parte inferiore dei piedritti, nonché alla posa dei materiali di rivestimento.

Qualora sia previsto l'uso dei cunicoli di fondo, questi verranno posati sul sottofondo, su letto di malta della qualità prescritta, procedendosi quindi, come di norma, al getto della parte inferiore dei piedritti ed alla posa del restante materiale protettivo indicate dal progetto o della Direzione dei Lavori.

Lo spazio fra le pareti esterne dei piedritti e le pareti della galleria sarà riempito con muratura di mattoni e malta di calce e cemento, togliendo gradualmente le assi di rivestimento.

Si passerà poi al completamento dei piedritti posando, se previsti, i pezzi speciali per le immissioni; indi tra due quadri si costruirà un tratto di volta della lunghezza non maggiore di 50 cm e si riempire lo spazio fra l'estradosso della volta e le pareti laterali dello scavo (gradualmente liberate dalle assi di rivestimento) con muratura di mattoni, secondo le prescrizioni, spingendola fin sotto le assi di rivestimento del cielo della galleria, assi che rimangono così perdute.

Le opere di finimento all'interno della canalizzazione seguiranno poi nei modi già prescritti per i condotti da costruirsi in trincea.

Se, mentre si costruisce la canalizzazione, avvenisse qualche infiltrazione di acqua dalle pareti dello scavo o dai muretti di sostegno della terra, si dovrà provvedere a condurre tali acque fino al drenaggio centrale; se poi qualche filo d'acqua penetrasse nella condotta finita attraverso le pareti, si ottererà il foro o la screpolatura con cemento ordinario o con cemento a rapida presa, previamente attenuando la forza del getto con stoppa catramata o spalmata di sego.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di modificare, in sede esecutiva, il tipo di cunicolo ed il rivestimento delle pareti

di fondo. In tal caso l'Amministrazione appaltante provvederà a fornire franco cantiere su automezzo i materiali occorrenti; è a carico dell'Appaltatore lo scarico tempestivo dei materiali.

## **Art. 41 Realizzazione del supporto per i condotti prefabbricati**

### **41.1 Generalità**

Il supporto assume particolare importanza per la sicurezza statica della canalizzazione, dovendo assicurare una ripartizione uniforme dei carichi. Pertanto i condotti devono essere posati in modo tale che non si verifichino appoggi lineari (lungo la generatrice della canna) o puntiformi (sul bicchiere). In particolare, per l'alloggiamento dei bicchieri, si devono realizzare sufficienti approfondimenti nello spazio del supporto.

Il supporto, sia esso costituito dal suolo naturale sul fondo della fossa o da materiale di riporto, non può essere gelato. La posa del condotto sul fondo piano della fossa è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo.

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico. Per tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola  $90^\circ$ ; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori ( $120^\circ$ ) possono essere realizzati con tubi rigidi solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a  $90^\circ$  possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro = 200 millimetri, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a  $60^\circ$ .

Per i tubi flessibili, di regola il calcolo statico è basato su un angolo di appoggio di  $180^\circ$ , realizzato mediante compattazione intensiva del materiale di supporto fino all'altezza delle imposte.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive devono essere tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si deve prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio.

### **41.2 Appoggio su suoli naturali**

Il supporto può essere realizzato dello stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto indicato al successivo punto 41.3.

Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente pre-sagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singolari o lungo linee.

Potrà essere altresì prescritto il rinalzo della condotta, sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo, di regola, dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piena, ossia non pre-sagomata e rinalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il rinalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia > 15%) con granulometria massima pari a 20 mm; ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.

Nel caso di tubi con piede, l'angolo del supporto è prefissato dalla forma del piede. Di norma peraltro questi tubi saranno posati su uno strato di calcestruzzo magro, senza particolari prescrizioni sulla classe di resistenza e sullo spessore, previa interposizione di malta cementizia liquida.

### **41.3 Appoggio su materiale di riporto**

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti od a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello

spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$ . Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a  $100 \text{ mm} + 1/5 D$ , ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

#### **41.4 Appoggio su calcestruzzo**

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a  $50 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente.

Per i condotti flessibili, qualora per ragioni costruttive sia necessaria una soletta in calcestruzzo, tra condotto e soletta si deve prevedere uno strato intermedio in sabbia e ghiaietto costipabile, con uno spessore minimo pari a  $100 \text{ mm} + 1/10 D$  in mm.

In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

#### **41.5 Camicia in calcestruzzo**

In particolari condizioni statiche, la Direzione dei Lavori potrà prescrivere un'incamiciatura del condotto in calcestruzzo semplice o armato, parziale o totale, suddivisa mediante giunti trasversali.

Nel caso di incamiciatura in calcestruzzo di tubi flessibili, occorre fare attenzione che la camicia costituisca l'unica struttura portante, senza la collaborazione del tubo. Pertanto lo spessore minimo deve essere aumentato in funzione delle esigenze statiche.

### **Art. 42 Movimentazione dei tubi in cantiere**

#### **42.1 Carico, trasporto e scarico**

##### *42.1.1 Generalità*

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguite con la maggior cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, crinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi.

Nei cantieri dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

##### *42.1.2 Carico e scarico*

Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, dovrà evitarsi di far strisciare o cadere i tubi e, qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi. Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi dovranno essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi.

All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature dovranno essere opportunamente rivestite di materiale morbido. È vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale cariatrici.



In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni o interni, l'Impresa sarà tenuta a non impiegare il tubo danneggiato.

Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto si deve far riferimento alle specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc.; è vietato fermarsi nella zona di pericolo.

#### *42.1.3 Trasporto*

Il mezzo di trasporto deve essere adatto al materiale trasportato. La superficie di carico deve essere libera da residui, che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. Il carico deve essere effettuato tenendo conto dei limiti ammissibili sia in termini di peso totale che di peso sui singoli assi del veicolo; anche nel caso di carico parziale, si deve fare attenzione ad una regolare ripartizione dei pesi. Il carico deve essere stivato in modo tale che il suo baricentro si trovi sopra l'asse longitudinale del veicolo; il baricentro deve essere tenuto il più basso possibile. Le sponde laterali dei veicoli stradali possono essere abbassate, se le dimensioni del materiale caricato lo richiedono.

I tubi vengono disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si deve preferire la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Tubi e pezzi speciali devono essere assicurati per il trasporto in modo tale da non compromettere la stabilità del carico. Il carico viene assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e — in caso di necessità — mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. Per assicurare i carichi sui mezzi, gli stessi devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si deve fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore possono essere collocati sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati.

Nel trasporto su strada, la velocità deve essere fissata in relazione alle condizioni di traffico ed alle caratteristiche del carico e del veicolo. Nel trasporto fuori strada, si dovrà avere particolare riguardo alla natura del suolo, riducendo adeguatamente la velocità per evitare i danneggiamenti derivanti dai sobbalzi.

### **42.2 Deposito ed accatastamento**

#### *42.2.1 Accatastamento dei tubi in cantiere*

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta. Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisorie.

I tubi muniti di bicchiere dovranno essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche aver cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

I tubi in gres imballati devono essere accatastati negli imballi di fornitura.

Tutti i pezzi speciali devono essere depositati ed accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

#### *42.2.2 Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori*

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con oli o grassi e non sottoposti a carichi.

In particolare, le guarnizioni in gomma dovranno essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi + 20 °C e non scenda sotto -10 °C.

I tubi dovranno essere sfilati lungo tracciato seguendo criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Anche la stabilità della fossa di scavo non deve essere messa in pericolo dal materiale depositato; a tal fine, si deve lasciar libera una striscia di almeno 60 cm di larghezza lungo la fossa.

## **Art. 43 Modalità di posa dei tubi nello scavo**

### **43.1 Generalità**

Per le operazioni di posa in opera, si dovranno osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi, in relazione al progetto esecutivo.

Prima della posa in opera, i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati: quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni di movimentazione riportati in altro articolo di questo Capitolato, con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti, secondo quanto precisato nel secondo capoverso. Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o carpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse della terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi saranno posati procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la Stazione appaltante si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

### **43.2 Posa dei tubi in materiali rigidi**

Prima della posa, i tubi devono essere accuratamente puliti ed essiccati sulle superfici di giunzione, da trattare — secondo le prescrizioni del fornitore — con una prima mano avente composizione simile al materiale della guarnizione.

I tubi, dopo essere stati calati accuratamente nella fossa, evitando le angolazioni, devono essere collegati alla canalizzazione già in opera con un processo che dipende dal tipo di tubo e di giunzione, realizzando comunque una forza di pressione il più possibile uniforme lungo la circonferenza del tubo nella direzione dell'asse, con un baricentro la cui posizione dipende dal peso del tubo.

La Stazione appaltante si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura tira-tubi a funzionamento idraulico, con forza di tiro adeguata al peso delle tubazioni da posare.

Per i tubi di dimensioni maggiori, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, la pressione esercitata dovrà essere controllata con appositi manometri.

Per i tubi in cemento-amianto, è consentito il collegamento fuori della fossa e la successiva posa dei tubi collegati, tollerandosi un'angolatura massima fino a 6°.

Nel caso specifico di tubazioni metalliche, dovranno essere inserite, ai fini della protezione catodica, in corrispondenza dei punti d'appoggio, membrane isolanti.

Si dovrà evitare il più possibile di tagliare i tubi. Qualora tuttavia, per il collegamento alle camerette, i tubi dovessero

essere tagliati, questa operazione dovrà essere realizzata prima della posa nella fossa, con attrezzi appositi, adatti ai singoli materiali e diametri, operando con la massima diligenza, in modo tale da non incrinare gli spezzoni e curando l'ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo.

Qualora i tubi siano dotati di rivestimento di fondo o di contrassegno al vertice, questi, durante la posa, dovranno essere costantemente tenuti nella giusta posizione, in modo da risultare, una volta in opera, esattamente simmetrici rispetto al piano verticale passante per l'asse del tubo; ove ciò non fosse, il tubo dovrà essere sfilato, ripetendo quindi, in modo corretto, le operazioni di posa; l'aggiustamento del tubo mediante rotazione non è ammesso.

Nel caso di interruzione dei lavori, l'ultimo tubo, dopo la posa, deve essere sempre chiuso con apposito coperchio, per evitare l'ingresso di corpi estranei. Analogo provvedimento dovrà prendersi, all'atto della posa ed in via provvisoria, per ogni pezzo speciale d'immissione.

### **43.3 Posa dei tubi in materie plastiche**

Per i tubi costituiti da materiali plastici, dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di movimentazione, riportate in altro punto di detto Capitolato, dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, al fine di evitare danneggiamenti. I tubi in PVC dovranno essere sempre posati ad una profondità sicura contro il gelo.

Dopo una lunga permanenza al sole nella fossa, sia i tubi di PE che quelli di PVC devono essere raffreddati prima del riempimento della fossa.

I tubi in materie plastiche possono essere tagliati e collegati, anche in grandi lunghezze, fuori della fossa.

A causa della deformabilità del materiale, dopo la posa nella fossa, si dovrà usare la massima cura per la realizzazione di un ricalzo del tubo e di un riempimento della fossa ineccepibili. A contatto con la falda freatica, si dovrà assicurarsi che essa non possa provocare in alcun modo spostamenti del materiale di rinterro che circonda il tubo.

In particolare, per la posa in opera dei tubi in polietilene, si prescrivono le seguenti condizioni:

- Massimo ricoprimento sulla generatrice del tubo:
- $H = 6,0$  m se la larghezza dello scavo non supera  $D + 0,5$  m;
- $H = 4,0$  m se la larghezza dello scavo non supera  $D + 1$  m.
- Terreni coerenti con valore di calcolo:
  - massa volumica apparente  $u = 2,1$  t/m<sup>3</sup>
  - angolo di libero scorrimento  $C^\circ = 22,5^\circ$
- Ricopertura minima sotto superficie di traffico fino a 12 t:
  - 1,0 m per diametri fino a 600 mm;
  - 1,5 m per diametri oltre 600 mm.
- Ricopertura minima di 1,5 m sotto superficie di traffico fino a 20 t.

## **Art. 44 Giunzioni**

Verificati allineamento e pendenza, si procederà alla giunzione dei tubi.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite. La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché della pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti, dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

A tal fine, per l'esecuzione delle giunzioni, l'Appaltatore dovrà assicurare l'assistenza del fornitore, con riserva, per la Direzione dei Lavori, di chiedere che l'esecuzione sia direttamente affidata ad operai specializzati indicati dal fornitore stesso.

### **44.1 Prescrizioni generali**

#### *44.1.1 Tenuta idraulica*

Le giunzioni dei tubi devono essere durevolmente impermeabili contro pressioni idrauliche sia interne che esterne.

Di norma dovrà essere garantita la tenuta idraulica con sovrappressioni, interne ed esterne, variabili da 0 a 0,5 bar, ossia nell'arco delle situazioni dal funzionamento a pelo libero con piccole altezze di riempimento e sovrappressione 0

al funzionamento rigurgitato con un'altezza massima della colonna d'acqua pari a 5 metri.

Per tronchi particolari della canalizzazione, funzionanti normalmente in pressione o soggetti a sovrappressioni massime superiori a 0,5 bar (ad es. per tubazioni a grandi profondità), i giunti dovranno garantire la tenuta idraulica alle condizioni specifiche di pressione o sovrappressione indicate dal progetto e/o dalla Direzione dei Lavori.

## 44.2 Comportamento alle sollecitazioni meccaniche

### 44.2.1 Modifiche longitudinali dei tubi

Le giunzioni devono consentire le modifiche longitudinali dei tubi, che si possono verificare durante l'esercizio per effetto della temperatura dell'acqua secondo la *Tabella 39* (sollecitazioni continue) e con una temperatura esterna di -10 °C, conservando la tenuta conformemente al punto 44.1.

### 44.2.2 Angolatura

Le giunzioni dei tubi devono conservare la tenuta conformemente al punto 44.1, nel caso di una reciproca angolatura dei tubi secondo la *Tabella 39*, sempreché il tipo di giunzione consenta l'angolatura.

Resta inteso che l'angolatura consentita dai tubi non potrà in alcun caso essere utilizzata per la realizzazione di curve. Qualora il tipo di giunzione non consenta l'angolatura (giunzione rigida), la tubazione nella posa deve ricevere una corrispondente inflessione, facendo conservare alla giunzione la tenuta conformemente al punto 44.1.

*Tabella 39: Resistenza dei giunti all'angolatura dei tubi*

Diametro nominale (mm)	Angolatura minima	
	cm per m di lunghezza	gradi
DN < 200	≤ 5	2° 52'
200 < DN < 500	≤ 3	1° 43'
500 < DN < 1000	≤ 2	1° 9'
DN > 1000	≤ 1	34'

### 44.2.3 Forza di taglio

Le giunzioni devono conservare la tenuta conformemente al punto 44.1 sotto l'effetto di una forza di taglio con un valore numerico in Newton pari almeno a 10 volte il diametro nominale del tubo in mm, ovvero di uno spostamento reciproco degli assi dei tubi pari almeno a 2 mm. La prova di resistenza al taglio dovrà avere la durata di almeno tre mesi.

## 44.3 Comportamento alle sollecitazioni termiche

### 44.3.1 Posa

Le giunzioni elastiche devono poter essere messe in opera a temperature da -10 °C a +50 °C.

Le giunzioni plastiche devono poter essere messe in opera a temperature da +5 °C a +50 °C.

*Tabella 40: Resistenza dei giunti alle sollecitazioni termiche*

Tipo di tubazione	Temperature dei liquami (°C)		Durata della prove (h)
	Sollecitazione alternate	Sollecitazione continua	
Condotti di allacciamento	+ 15/ + 95	90	20
Condotti stradali con Ø < 400 mm	—	45	168
Condotti stradali con Ø ≥ 400 mm e tutti i condotti per acque di pioggia	—	35	168

### 44.3.2 Esercizio

Le giunzioni devono conservare la tenuta alle temperature indicate nella *Tabella 40*.

Per i condotti di allacciamento si esegue la prova delle sollecitazioni alternate, costituite da 300 cicli da +15 °C a +95 °C nell'arco di 20 ore, e delle sollecitazioni continue a 90 °C per 20 ore.

Per gli altri condotti si esegue solo la prova delle sollecitazioni continue per sette giorni alle temperature di 45° e 35°.

Al termine di queste prove, la tenuta della giunzione viene verificata conformemente al punto 44.1.

#### *44.3.3 Comportamento all'attacco chimico*

Le giunzioni a contatto con acque, suoli o gas aggressivi devono resistere all'attacco chimico senza compromettere la loro funzionalità.

La resistenza viene considerata accettabile se la giunzione, sottoposta all'attacco chimico per un periodo di almeno 7 giorni alla temperatura di almeno 35 °C, conserva la tenuta conformemente al punto 44.1.

In particolare si deve tener conto di:

- compatibilità dei componenti la miscela del materiale sigillante,
- reattività del materiale sigillante con il materiale del tubo,
- perdita di componenti volatili del materiale sigillante,
- effetti dell'aria e del gas di putrefazione sul materiale sigillante,
- reattività del materiale sigillante con liquami, suolo e acque freatiche.

In ogni caso, la funzionalità delle giunzioni deve essere assicurata con valori di pH da 2 a 12, nonché a contatto con acque contenenti oli e grass estraibili con etere di petrolio nella misura di 100 mg/l (saponificabili) e 20 mg/l (non saponificabili) e con acque contenenti solventi organici e fenoli nella misura di 20 mg/l (calcolati come C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH).

#### **44.4 Resistenza alle radici**

Nelle canalizzazioni interrate, le giunzioni devono resistere alla penetrazione delle radici.

#### **44.5 Giunzioni plastiche a freddo per tubi e pezzi speciali in calcestruzzo**

Le giunzioni plastiche a freddo si realizzano con materiali sigillanti costituiti da sostanze durevolmente plastiche, che contengono come leganti bitume, catrame di carbon fossile, materie plastiche o miscele di questi prodotti e sono lavorabili a temperature attorno ai 20 °C senza uso di sorgenti di calore. Tali sostanze vengono utilizzate come mastici spatolabili o come nastri.

Le vernici isolanti idrofughe sono soluzioni o dispersioni di bitume, catrame di carbon fossile, materie plastiche o miscele di questi prodotti, di composizione simile a quella del materiale sigillante ed usati insieme allo stesso, per una verniciatura preliminare delle parti a contatto.

##### *44.5.1 Prescrizioni di qualità*

Per le prescrizioni di carattere generale vedasi i punti precedenti.

Vengono adottate e si intendono integralmente trascritte le prescrizioni specifiche DIN 4062 relative alle caratteristiche di resistenza alla pressione, rigonfiamento, invecchiamento, punto di rammollimento, stabilità dimensionale al calore, comportamento a freddo, resistenza alle radici, lavorabilità ed alle corrispondenti metodologie di prove.

I materiali sigillanti e le relative vernici isolanti idrofughe non devono contenere additivi che possono risultare nocivi alla salute degli operai addetti alla esecuzione dei giunti o danneggiare le acque freatiche sottostanti la fossa di posa delle tubazioni.

##### *44.5.2 Indicazioni di riconoscimento*

Sull'imballaggio dei materiali sigillanti e delle relative vernici isolanti idrofughe devono essere riportate in modo chiaro ed indelebile le seguenti indicazioni:

- Nome o marchio del produttore.
- Anno di fabbricazione.
- Se il materiale sigillante e la relativa vernice contengono bitume o catrame.
- Ogni imballaggio deve contenere le istruzioni d'uso.

##### *44.5.3 Indicazioni sulla messa in opera*

I materiali sigillanti e le vernici isolanti idrofughe devono essere immagazzinati in luogo secco, conformemente alle

indicazioni del produttore, e protetti da inquinamenti e sfavorevoli influssi meteorologici.

Devono essere utilizzate solo le vernici indicate come idonee dal produttore del materiale sigillante. In particolare le sostanze contenenti catrame non possono essere messe in opera assieme alle sostanze contenenti bitume.

#### 44.5.3.1 Caratteristiche sulle superfici di applicazione

Le superfici di applicazione devono avere la stessa qualità del corpo del manufatto, a cui sono legate in modo compatto e impermeabile. Esse devono essere asciutte, pulite e libere da sostanze con cui i materiali sigillanti e le vernici isolanti idrofughe siano incompatibili.

#### 44.5.3.2 Realizzazione della giunzione

In aggiunta alle seguenti prescrizioni, si devono applicare le istruzioni del fabbricante del materiale sigillante, da allegare ad ogni fornitura.

##### 44.5.3.2.1 Verniciatura preliminare

Le superfici da sigillare devono, se prescritto dal fabbricante del materiale sigillante, essere preliminarmente trattate con la corrispondente vernice isolante idrofuga. Si può iniziare la messa in opera del materiale sigillante e la realizzazione della giunzione solo quando la vernice è asciutta. Fino a questo momento, le superfici trattate devono essere protette da imbrattamenti.

##### 44.5.3.2.2 Messa in opera del materiale sigillante

###### 44.5.3.2.2.1 Nastri

La quantità del materiale sigillante necessaria dipende dalle dimensioni dello spazio del giunto. Non si può comunque scendere sotto i valori indicati in *Tabella 41*.

*Tabella 41: Materiali sigillanti plastici a freddo - Sezione minima dei nastri (mm<sup>2</sup>)*

Diametro dei tubi circolari (mm)	fino a 250	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
Sezione dei nastri	350	450	500	600	800	1100	1300	1450	1600	1800	2000
Dimensione dei tubi ovoidali (mm)			400/ 600	500/ 750	600/900		700/ 1050	800/ 1200	900/ 1350	1000/ 1500	1200/ 1800
Sezione dei nastri			600	800	1100		1300	1450	1600	1800	2000

Diametro dei pezzi prefabbricati per i pozzi di discesa (mm)	800	1000	1200	1500	2000	2500
Sezione dei nastri	600	600	600	1200	1200	1200

Forme e dimensioni del nastro devono essere scelte in modo tale che, congiungendo le parti dei manufatti, almeno il 20% del materiale sigillante venga spinto nello spazio del giunto ancora aperto. Nei tubi la parte interna del giunto, particolarmente nell'ambito della suola, deve essere chiusa a raso dal materiale sigillante plastico. Nei manufatti verticali (ad es. pozzi di discesa nella fognatura), il materiale sigillante plastico deve essere applicato in modo che, dopo la realizzazione della giunzione, la fessura residua tra le parti possa essere sigillata internamente o esternamente con malte di cemento.

Prima dell'applicazione del nastro, si deve fare attenzione ad allontanare eventuali materiali antiadesivi. Il nastro deve essere applicato e fortemente compresso alle superfici da sigillare, osservando le istruzioni del fabbricante. Nel giunto le estremità del nastro devono essere tagliate obliquamente e saldamente incollate l'una all'altra.

Qualora il fabbricante del nastro espressamente lo consenta nelle sue istruzioni, in tempo freddo il nastro può essere brevemente esposto ad una sorgente di calore, per facilitarne l'applicazione.

###### 44.5.3.2.2.2 Mastici

I mastici devono essere applicati osservando le prescrizioni del fabbricante e con i volumi minimi indicati nella *Tabella 42*.

*Tabella 42: Materiali sigillanti plastici a freddo - Volume minimo del mastice (cm<sup>3</sup>/giunto)*

Diametro dei tubi	fino a	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
-------------------	--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------

circolari (mm)	250										
Volume del mastice	0,4	0,6	0,8	1,1	1,7	2,7	3,7	4,5	5,5	7,5	9,0

Dimensione dei tubi ovoidali (mm)	400/ 600	500/ 750	600/ 900	700/ 1050	800/ 1200	900/ 1350	1000/ 1500	1200/ 1800
Volume del mastice	1,1	1,7	2,7	3,7	4,5	5,5	7,5	11,0

Diametro dei pezzi prefabbricati per pozzi di discesa (mm)	800	1000	1200	1500	2000	2500
Volume del mastice	3,0	3,5	4,5	5,5	7,5	10,0

Nei tubi, la quantità del mastice deve essere scelta in modo tale che dopo l'unione dei pezzi il giunto sia completamente riempito ed il mastice formi un cordone lungo tutta la circonferenza, esternamente ed internamente. Nei manufatti verticali il mastice deve formare un cordone lungo la circonferenza solo da una parte, per consentire di completare la sigillatura dell'altra parte in modo rigido con matte di cemento.

#### 44.5.3.3 Congiunzione dei tubi e pezzi speciali

Per la congiunzione dei tubi o altri pezzi speciali orizzontali si deve usare un dispositivo di trazione e di pressione. I dispositivi di trazione devono essere appoggiati contro il primo tubo, quelli di pressione su fondamenta ausiliarie. La pressione di contatto deve essere scelta in modo tale da realizzare le condizioni indicate al punto 44.1. Si deve fare attenzione che la forza della pressione agisca in direzione assiale.

Per la congiunzione dei pezzi speciali verticali, per lo più è sufficiente la forza di pressione generata dal peso proprio dei pezzi messi a contatto. In caso contrario, si può ricorrere a pesi aggiuntivi applicati temporaneamente. Si deve allora fare attenzione che il peso riportato sia centrale e non danneggi i manufatti. Inoltre, mediante adatti distanziatori, si deve provvedere a conservare una fessura con larghezza di 10 mm per assicurare spazio sufficiente alla sigillatura con malta di cemento ed impedire un'eccessiva fuoriuscita del materiale sigillante dal giunto.

Il materiale sigillante pressato deve essere, con un adatto attrezzo, asportato a raso della superficie esterna o interna dei manufatti. Esso non può essere riutilizzato.

#### 44.5.4 Giunzioni plastiche a caldo

Vengono realizzate in opera, per la sigillatura di condotti con giunti a bicchiere, mediante corda di canapa catramata e mastice bituminoso versato a caldo.

##### 44.5.4.1 Prodotti specifici

La corda catramata da impiegare per la sigillatura dei giunti dovrà essere uniformemente imbevuta e sufficientemente secca, in modo che 500 g della stessa, sottoposti per 5 minuti ad un carico di 300 kg, non lascino uscire, alla temperatura di 35 °C, nemmeno una goccia della sostanza di imbibizione.

Con la dizione «mastice bituminoso» sono qui indicati dei particolari prodotti ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile, o altre sostanze plastiche, dei materiali riempitivi insolubili in acqua.

Tali prodotti debbono avere un punto di rammollimento di almeno 70 °C, non infragilirsi, ma rimanere ancora sufficientemente tenaci a resistere ai colpi, alla temperatura di 0 °C, e presentare un punto di fusibilità inferiore a 180 °C. La prima prova sarà eseguita con il metodo dell'anello e della palla; la seconda consisterà nell'accertare che almeno due palle su tre, formate con 50 g di prodotto e lasciate cadere da un'altezza di 3 m alla temperatura di 0 °C, non abbiano né a scoppiare, né a fessurarsi; per la terza verrà utilizzato un viscosimetro da catrame con ugello da 7 mm di diametro, dal quale, alla temperatura prescritta, dovranno uscire 50 cm<sup>3</sup> di prodotto in meno di 25 secondi.

I prodotti medesimi dovranno, a richiesta, essere sottoposti anche a prove sulla stabilità (Prove Müssel DIN 4038 - foglio 1: 2,7), sul potere adesivo (Prove Güntrel DIN 4038 - foglio 1: 3, 3) e sulla resistenza alla penetrazione delle radici (DIN 4038 - foglio 1: 3, 4).

I prodotti impiegati nella fabbricazione dei mastici bituminosi — ferma la corrispondenza di questi ultimi alle prestazioni di cui sopra — non dovranno avere effetti tossici sugli operai addetti all'esecuzione delle giunzioni o sulle acque freatiche circostanti. In particolare è proibito utilizzare fenoli volatili come additivi per impedire la penetrazione delle radici.

##### 44.5.4.2 Modalità esecutive

Per la realizzazione delle giunzioni plastiche a caldo, si dovrà operare su tubi perfettamente puliti ed asciutti. Provvedutosi all'accurata pulizia delle estremità da collegare, queste verranno anzitutto verniciate con il mastice da

impiegare nella giunzione e si inizierà la posa solo allorché la vernice sarà ben secca.

L'operazione potrà anche essere eseguita fuori della trincea; in questo caso, si avrà cura, nel calare il tubo, di non danneggiare il rivestimento e se ne ripeterà, prima della posa, la pulizia. Effettuato l'infilaggio del tubo, la canapa verrà ben compressa a stecca e mazzuolo fino a riempire il bicchiere, se del caso con aggiunta e zeppaggio di altri giri del materiale, per 1/3 della sua profondità. Dopo la posa di un tratto di condotto, si provvederà a rettificare la posizione planimetrica ed altimetrica ed a bloccarlo nella esatta giacitura e livelletta.

Si provvederà quindi alla posa dell'apposito anello per la chiusura dello spazio cavo del bicchiere rimasto libero, curando che in alto, ma con leggera asimmetria rispetto alla generatrice superiore, sia lasciata un'apertura di 5÷10 cm di larghezza; gli anelli dovranno avere, per ciascun tipo di tubo, la corrispondente forma, lunghezza a spessore; essi verranno bloccati, rendendo nel contempo impermeabile la cavità, mediante un cuscinetto in argilla.

Questa dovrà essere pulita, plastica e possedere buone caratteristiche di aderenza; si provvederà a bagnarla in un adatto contenitore e a lavorarla con continuità, in modo da formare una massa malleabile.

Il mastice deve essere fuso con cura in un idoneo crogiuolo e portato alla temperatura prescritta dal fabbricante, comunque non superiore al 180 °C, da mantenere costante e continuamente controllata con un termometro. Esso sarà frequentemente mescolato, soprattutto prima di versarlo nel giunto, in modo che le sostanze di riempimento si ripartiscano uniformemente nella massa.

Installato l'anello di colatura, il materiale sarà travasato con un cucchiaino in un apposito secchiello preriscaldato, munito di becco per il corretto versamento nel giunto. La colatura verrà eseguita nel lato più basso della cavità predisposta, si da consentire all'aria di uscire dall'alto, al vertice del tubo, e verrà proseguita allo stesso modo finché il mastice non si risalito sino all'apertura. In seguito, verrà versato a più riprese altro materiale, finché il livello non si abbasserà più.

Il contenuto del secchiello che non venga subito riutilizzato deve essere versato nel crogiuolo. Eventuali residui di quest'ultimo dovranno essere rimossi prima di ogni nuovo riempimento.

Eseguite le giunzioni, i tubi dovranno essere protetti da scosse sino a completo irrigidimento del materiale colato e gli anelli non dovranno essere levati anzitempo.

## **Art. 45 Anelli elastici per giunzione tubi**

### **45.1 Ambito di validità**

Le seguenti prescrizioni stabiliscono i requisiti delle guarnizioni ad anello di elastomero compatto, usate per giunti di tubazioni di qualunque dimensione e forma di sezione. Esse si applicano quindi alle guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni qualunque sia il materiale impiegato nella costruzione delle stesse, includendo: ghisa, acciaio, gres, fibrocemento, cemento armato ordinario e precompresso e materie plastiche.

Per tutto quanto non espressamente precisato dal presente punto, valgono le norme UNI 4920.

### **45.2 Classificazione**

I vulcanizzati utilizzati per la costruzione di anelli di tenuta sono suddivisi nelle sei classi di durezza normale IRHD seguenti: 40, 50, 60, 70, 80 e 88.

Questi valori devono considerarsi come preferenziali.

Ove siano richiesti valori di durezza diversi da quelli nominali, il prodotto va riferito alla classe di durezza nominale più prossima.

Per durezza IRHD intermedie e cioè: 45, 55, 35, 75 a 84, valgono i requisiti richiesti per la classe di durezza immediatamente inferiore.

### **45.3 Prescrizioni di qualità**

#### *45.3.1 Caratteristiche chimico – fisiche*

I valori minimi ammissibili del carico di rottura sono riportati nella *Tabella 43*.

*Tabella 43: Resistenza*

Caratteristica		CLASSE					
		1	2	3	4	5	6
		Valore limite					
Carico di rottura (min)							
- per gomme naturali	Mpa	14	13	12	11	10	8



- per elastomeri sintetici	Mpa	9	9	9	9	9	9
----------------------------	-----	---	---	---	---	---	---

Nei casi di mescolanze nelle quali si utilizzino elastomeri sintetici in taglio con gomma naturale, valgono i limiti fissati per il tipo di elastomero presente in quantità uguale o maggiore del 50% della quantità totale di elastomeri impiegati.

#### 45.3.2 Composizione

La mescolanza di elastomeri con i quali vengono fabbricate le guarnizioni deve essere esente da rigenerato.

#### 45.3.3 Forme e dimensioni

Gli spessori e le circonferenze degli anelli di tenuta devono essere determinati in funzione delle dimensioni dei condotti, previa intesa con la Stazione appaltante.

Le tolleranze degli spessori rispetto alle misure nominali sono indicate nella tabella seguente.

La lunghezza della circonferenza può scostarsi dal valore nominale al massimo del 2% ( $\pm$ ).

**Tabella 44:** Scostamenti circonferenza

Campo degli spessori nominali (mm)		Scostamenti ammissibili	
da 6 a 9		0	+ 0,4
da 9 a 10		0	+ 0,5
da 10 a 18	- 0,4	+ 0,8	
da 18 a 30	- 0,4	+ 1,2	
da 30 a	- 0,4	+ 1,6	

Le eventuali bave non devono pregiudicare la tenuta e, se non in zona di tenuta, devono avere uno spessore non maggiore di 0,4 mm e una larghezza non maggiore di 0,8 mm.

Per le guarnizioni estruse, la saldatura non deve causare alcuna discontinuità di sezione che pregiudichi la tenuta.

### 45.4 Marcatura UNI

Quando possibile, ogni guarnizione deve essere marcata in modo indelebile e secondo le modalità concordate con la Stazione appaltante in relazione ai procedimenti di lavorazione; la marcatura deve riportare almeno le indicazioni seguenti: il nome od il marchio del fabbricante; l'anno e, ove possibile, il mese di fabbricazione; il codice di identificazione.

La marcatura deve essere effettuata in una zona che non pregiudichi la funzionalità della guarnizione.

Quando la marcatura non è possibile, perché per esempio, per le ridotte dimensioni della guarnizione potrebbe pregiudicarne la funzionalità, le guarnizioni devono essere raccolte in opportuni imballaggi (per esempio scatole) su cui siano riportate le indicazioni di cui sopra.

### 45.5 Prove

La preparazione dei provini, il campionamento e le misure di durezza, carico ed allungamento a rottura, deformazione residua a compressione, invecchiamento accelerato in aria, variazione di volume in acque neutre ed in soluzioni acide e basiche, rilassamento della forza, variazione di durezza a basse temperature, resistenza all'ozono vengono eseguite secondo le modalità della norma UNI 4920.

### 45.6 Immagazzinamento

Per il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche, le guarnizioni devono essere immagazzinate in un locale sufficientemente asciutto, fresco ed oscuro; in ogni caso è da evitare la vicinanza di fonti dirette di calore e la diretta incidenza di radiazioni solari sulle guarnizioni stesse.

### 45.7 Controlli e collaudo della fornitura

Per l'autocontrollo a cura del produttore, due volte la settimana dovranno essere eseguiti i controlli dimensionali, verificando le tolleranze agli esami a vista, verificando che non si presentino difetti superficiali ed interni (bolle, porosità, fessurazioni, corpi estranei); verranno inoltre eseguite le prove su durezza, carico ed allungamento a rottura, deformazione residua a compressione. I controlli presso i laboratori riconosciuti a cura del produttore, saranno eseguiti almeno due volte all'anno e devono riguardare l'intera gamma delle prove UNI 4920.

## **Art. 46 Infissione di tubi mediante spinta idraulica**

Gli attraversamenti con la tecnica no-dig vengono attuati dall'Appaltatore con tecniche idonee al controllo delle pendenze in fase di avanzamento.

Il riferimento tecnico per l'impresa è costituito dalla descrizione del prezzo e delle relative tavole grafiche di identificazione.

Tutte le opere provvisorie: muro reggispinga, palancolati, ed in ogni caso quanto si renda necessario alla buona esecuzione dei lavori, incluse la asportazione a fine lavoro, rappresentano un onere compreso nel prezzo riportato in elenco prezzi.

Tutte le lavorazioni dovranno essere eseguite all'asciutto, anche mediante abbattimento della falda, onere — quest'ultimo — compreso nel prezzo a corpo.

L'Impresa è obbligata a sottoporre al benestare del Committente un dettagliato programma di esecuzione dei lavori, nonché le caratteristiche delle apparecchiature che verranno impiegate per le operazioni di spinta. L'approvazione dei tipi di attrezzature impiegate non escludono né attenuano le responsabilità derivanti all'Impresa dalle vigenti leggi ed in particolare dall'art.1069 del Codice Civile.

Sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per dare il lavoro ultimato a perfetta regola d'arte, comprese la fornitura ed installazione delle presse di spinta e di tutte le apparecchiature necessarie per l'infissione mediante spinta idraulica delle tubazioni e compresi gli eventuali noleggi di macchinari ed apparecchiature. È pure a suo carico la rimozione, a lavoro ultimato, di tutto il macchinario e delle apparecchiature usate per la realizzazione dell'opera.

Di norma la tubazione da infiggere sarà costituita da un tubo camicia in acciaio con spessori sagomati, ai sensi delle norme vigenti, in modo da poter resistere ai carichi permanenti ed accidentali trasmessi dalle opere sottopassate (strade, manufatti, rilevati ferroviari, ecc.).

Gli elementi della tubazione, della lunghezza minima di ml 2, dovranno avere le giunzioni a perfetta tenuta idraulica anche per pressioni interne di almeno 0,7 atmosfere, salvo una maggiore pressione stabilita contrattualmente ed essere privi di saldature metalliche circonferenziali.

L'infissione della tubazione avverrà mediante macchina spingi-tubo di tipo oleodinamico; durante l'avanzamento della tubazione, il massimo sollevamento verticale del terreno sarà in funzione della distanza tra la generatrice superiore della tubazione da infiggere e la quota inferiore dell'opera da sotto-passare; tale sollevamento sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori per ogni singola opera.

La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori per ogni singola opera, mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse nelle seguenti misure: +1 cm (diminuzione della pendenza) e -2 cm (aumento della pendenza) ogni m 10,00 di tubazione partendo da monte.

Sono a carico dell'Appaltatore: lo scavo necessario per l'infissione della tubazione ed il sollevamento del materiale di risulta fino al piano superiore del cantiere di lavoro, la fornitura dell'acqua di lavoro, la fornitura d'energia elettrica, l'impianto di ventilazione in sotterraneo, i calcoli statici approvati dall'Ente interessato all'attraversamento e le prove dei materiali.

Saranno remunerati a parte, con gli appositi prezzi di elenco: il trasporto del materiale di risulta dal piano superiore del cantiere di lavoro alle pubbliche discariche e gli eventuali aggettamenti.

Potranno essere richiesti all'Appaltatore, dietro compenso, eventuali carotaggi dei terreni in posto e sondaggi orizzontali preliminari alle operazioni di spinta della tubazione.

## **Art. 47 Modalità di realizzazione dei manufatti**

### **47.1 Camerette d'ispezione**

Le camerette d'ispezione dovranno essere realizzate secondo le dimensioni e le caratteristiche riportate negli elaborati esecutivi di progetto.

Potranno avere forma sia quadrata che circolare da concordarsi preventivamente con la Direzione Lavori.

Qualora si ricorresse all'utilizzo di camerette di ispezione di tipo prefabbricato queste dovranno avere le caratteristiche riportate nello specifico paragrafo di questo Capitolato ed essere conformi a quanto previsto dalla norma DIN.

Tutte le camerette realizzate al di fuori della sede stradale ed in terreni privati, dovranno sporgere dal piano di campagna di almeno cm 50.

#### *47.1.1 Materiali e parti costruttive*

Le murature di mattoni saranno eseguite con lo spessore di 2 teste fino a 2 m di profondità e 3 teste per profondità maggiori.

Il passaggio dalla camera di lavoro al pozzo o al collo di accesso verrà eseguito con una rastremazione della muratura,

facendo sporgere i mattoni a mo' di gradini per almeno 5 strati. Per motivi statici, potrà essere prescritta una sagomatura a volta della muratura di mattoni.

Le murature in calcestruzzo semplice avranno uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

Il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà di norma confezionato con cemento tipo Rck = 325 dosato a 2 q/m<sup>3</sup> di impasto per il fondo e a 3 q/m<sup>3</sup> per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo Rck = 425 nel tenore di 3 q/m<sup>3</sup>.

Le pareti dei muri devono essere sopraelevate verticalmente almeno 25 centimetri sopra il vertice del condotto più alto, per assicurarne il solido collegamento; inoltre esse dovranno essere ortogonali all'asse delle tubazioni, per evitare il taglio dei tubi.

La superficie esterna delle murature deve essere ricoperta con un intonaco di malta di cemento, avente uno spessore di 1-2 cm e, in presenza di falde freatiche, anche con un rivestimento bituminoso (triplice verniciatura). Se la muratura è in calcestruzzo, nella cui confezione si usino appositi additivi idrofughi, si può evitare l'intonaco esterno.

La superficie interna delle murature, se in mattoni, sarà lasciata nuda; se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, verrà lisciata con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; con acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo, ma il calcestruzzo dovrà essere impermeabile, liscio e confezionato con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli del manufatto saranno arrotondati.

In ogni caso dovranno essere previamente ben immorsati nella muratura i gradini di accesso, avendo cura, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al cammino d'accesso e ad esatto piombo tra loro, sia di non danneggiarne la protezione anticorrosiva.

Le giunzioni con le parti prefabbricate devono essere adeguatamente sigillate, con materiali plastici ed elastici ad alto potere impermeabilizzante. Solo eccezionalmente, quando non sono richieste particolari prestazioni per l'assenza di falde freatiche e la presenza di brevi sovrappressioni interne (in caso di riempimento della cameretta), potrà essere ammessa l'impermeabilizzazione con malta di cemento; in ogni caso, sul lato interno del giunto, si dovranno asportare circa 2 cm di malta, da sostituire con mastici speciali resistenti alla corrosione.

Sotto la cunetta si realizza una fondazione in calcestruzzo, con uno spessore minimo di 20 cm. In presenza d'acqua sarà interposto anche uno strato di ghiaia di 10 cm ed applicato al calcestruzzo un isolante bituminoso.

La cunetta e le banchine saranno realizzate nel calcestruzzo della suola, ricorrendo a rivestimenti: in mattoni clinker, in pezzi speciali semicircolari o piastrelle di gres, o in pietre lavorate conformemente al progetto.

Nelle camerette che prevedono immissioni con scivoli di raccordo, questi saranno formati con ogni cura mediante calcestruzzo, sopra il quale sarà successivamente stesa la malta anticorrosiva prescritta.

L'eventuale soletta di copertura in cemento armato deve avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m.

Nelle solette verranno lasciati i fori per i torrini di accesso, delle dimensioni che risulteranno dai tipi di progetto e dagli affondamenti della canalizzazione. In corrispondenza alle superfici d'appoggio degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta, l'armatura sarà convenientemente rinforzata in funzione del carico di prove previsto per l'elemento di chiusura.

Sulla soletta, che sarà sagomata con una piccola pendenza, si stenderà un intonaco in malta di cemento (nel rapporto 1:3), con uno spessore di 1-2 cm ed un rivestimento bituminoso a 3 mani, con funzione impermeabilizzante; indi uno strato di almeno 8 cm di calcestruzzo magro, con funzioni di ripartizione dei carichi stradali; in caso contrario, la soletta dovrà essere calcolata in base a carichi concentrati.

#### *47.1.2 Collegamento alla canalizzazione*

L'attacco dei condotti al manufatto dovrà essere appositamente articolato, per evitare sollecitazioni di taglio, consentendo spostamenti relativi tra i condotti e il manufatto; a tal fine, nella parete del manufatto, si introdurranno appositi pezzi speciali, con superficie esterna ruvida per una migliore aderenza, di forma cilindrica, oppure a bicchiere od incastro; il condotto verrà infilato nel pezzo speciale, interponendo un anello in gomma per la sigillatura elastica.

Sempre allo scopo di favorire gli spostamenti differenziali, i due condotti di collegamento della canalizzazione al manufatto, in entrata e in uscita, avranno lunghezze minime, per poter meglio utilizzare nei movimenti anche le due articolazioni formate dai giunti immediatamente a monte e a valle del manufatto; si adotteranno quindi tubi con lunghezze di 1 m, 0,75 m e 0,5 m.

In particolare per i pozzetti di linea di tubazioni in PVC si dovrà installare all'interno del pozzetto un tronco di tubo intero, che fuoriesca dal pozzetto di cm 50 per ogni lato.

Tale tratto di tubo sarà sezionato per formare la cunetta all'interno del pozzetto solo una volta effettuate le prove di tenuta in pressione.

### **47.2 Pozzetti per la raccolta delle acque stradali**

I pozzetti stradali saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q.li di cemento tipo 325 per m<sup>3</sup> d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato.

I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con matta cementizia. Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

Se l'immissione avviene dal cordolo del marciapiede, si avrà cura di disporre la maggiore delle mensole porta-seccchiello parallela alla bocchetta, così da guidare l'acqua. Poiché lo scarico del manufatto è a manicotto, qualora vengano impiegati, per il collegamento alla fognatura, tubi a bicchiere, tra il bicchiere del primo tubo a valle e il manicotto del pozzetto dovrà essere inserito un pezzo liscio di raccordo.

#### **47.3 Dispositivi di chiusura e di coronamento**

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; sarà quindi steso un letto di malta a 5 q.li di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il quadro.

La superficie superiore del dispositivo dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale. Per i dispositivi da installare su strade con pavimentazione in pietra, la quota di posa del chiusino sarà quella della soletta in misto cementato salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

I dispositivi di chiusura di camerette di ispezione posate al di fuori della sede stradale ed in terreni privati dovranno essere dotati di idonei dispositivi di chiusura antintrusione,

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q.li di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore della loro posa. A giudizio della Direzione dei Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

### **Art. 48 Prova di impermeabilità della canalizzazione**

Ultimate le operazioni di giunzione, i tronchi di condotta dovranno essere sottoposti ad una prova idraulica d'impermeabilità, con pressione, durata e modalità di seguito indicate, a cura e spese dell'Appaltatore. La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

I singoli tronchi di condotta da sottoporre alla prova idraulica verranno chiusi tra due dischi a tenuta ermetica. Parimenti si provvederà a chiudere ermeticamente, con gli appositi tappi e serra-tappi, tutte le diramazioni predisposte per i collegamenti della canalizzazione agli edifici ed ai pozzetti stradali. Le suddette aperture dovranno essere altresì ancorate per evitare che durante le prove si verifichino modifiche di posizione.

La canalizzazione deve essere riempita d'acqua in modo tale da determinare la completa fuoriuscita dell'aria. Pertanto si procederà al riempimento a partire dal punto più basso, così lentamente da consentire all'aria di uscire dai dispositivi di ventilazione nei punti più alti.

Tra riempimento ed il controllo della canalizzazione deve essere previsto un intervallo sufficiente per consentire all'aria ancora presente di fuoriuscire gradualmente e — se necessario alle pareti dei tubi di saturarsi. Pertanto il tempo di riempimento prescritto varia in funzione del materiale del condotto.

Nelle canalizzazioni a pelo libero, dopo il riempimento, abitualmente l'acqua sarà sottoposta per 15 minuti alla pressione di 0,5 bar, da controllare con un piezometro o un manometro nel punto più profondo. Se, durante il tempo prescritto, la pressione diminuisce, si deve aggiungere altra acqua, in modo da mantenere costante il valore iniziale.

Se si notano punti permeabili, in particolare nei giunti, la prova deve essere interrotta per riparare i difetti, eventualmente mediante sostituzione dei tubi e dei giunti che perdono e, successivamente, ripetuta durante altri 15

minuti. Per le canalizzazioni in muratura o calcestruzzo, la comparsa, durante la prova, di trasudamenti o macchie di umidità alle pareti non costituisce un indice di permeabilità, purché queste manifestazioni in seguito scompaiano senza necessità di riparazioni.

In casi particolari, quali le canalizzazioni in muratura di mattoni o in calcestruzzo gettato in opera con sezioni diverse da quella circolare, la pressione 0,5 bar non può essere tollerata e quindi la prova verrà eseguita con pressioni inferiori, fino ad un minimo di 0,1 bar.

I quantitativi massimi di acqua (in 1 per m<sup>2</sup> di superficie interna bagnata) che possono essere perduti dai vari tipi di canalizzazioni con i giunti a tenuta sono riassunti nella Tabella 45. Si tratta di valori sperimentali rispettando ai quali la canalizzazione può essere considerata impermeabile compresi i giunti.

Non potrà comunque convalidarsi una prova in base alle sole indicazioni del piezometro o manometro registratore e dei quantitativi di acqua perduti, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

Per i condotti di dimensioni maggiori — in alternativa alla prova idraulica, su interi tronchi di canalizzazione — previo consenso della Direzione dei Lavori — si potrà ricorrere ad una prova idraulica effettuata con dispositivi speciali da applicare a ciascun giunto, in modo tale da realizzare, in apposite intercapedini sulla parete interna del giunto o su quella esterna, una piccola camera d'acqua, in cui dovrà essere raggiunta la prescritta pressione con risultati equivalenti a quelli della prova sui tronchi interi.

La prova d'impermeabilità della canalizzazione dovrà essere ripetuta dopo il rinterro definitivo riportato in altro articolo di questo Capitolato.

La pressione di prova sarà in conformità del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 12 Dicembre 1985.

Di ogni collaudo parziale e definitivo dovrà essere redatto apposito verbale firmato dal Direttore dei lavori e dal Tecnico della Ditta appaltatrice.

Gli oneri per l'esecuzione di detti collaudi sono a carico dell'Impresa poiché già compresi nei prezzi unitari delle lavorazioni.

*Tabella 45: Prova d'impermeabilità delle canalizzazioni di fognatura (da DIN 4033)*

<b>1 condotti in calcestruzzo gettato in opera</b>			
DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)
Tutte le dimensioni	0,30	0,5-0,1	24

<b>2 condotti in calcestruzzo semplice prefabbricato</b>				
DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )		pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)
	tubi con spessore normale	tubi con spessore rinforzato		
sezioni circolari 100-	0,40	-		
300-600	0,30	0,15		
700-1.000	0,25	0,13		
oltre 1.000	0,20	0,10	0,5	24
sezioni ovoidali				
500/750 - 800/1.200	0,25	—		
900/1.350-1.200/1.800	0,20	—		

3 condotti in ghisa				4 condotti in materie plastiche			
DN	aggiunta d'acqua (l/m²)	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)	DN	aggiunta d'acqua (l/m²)	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)
tulle le dimensioni	con rivestimento in malta cementizia			tulle le dimensioni	0,02	0,5	1
	0,02	0,5	24				
tulle le dimensioni	senza rivestimento in malta cementizia						
	0,02	0,5	1				

<b>5 condotti in acciaio</b>				<b>6 condotti in gres</b>			
DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)	DN	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)

tutte le dimensioni	0,30	0,1	24	sezioni circolari 250-600 700-1.000 oltre 1.000	0,5	24
				Altre sezioni tutte le dimensioni		

7 condotti in acciaio				8 condotti in gres			
	aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)		aggiunta d'acqua (l/m <sup>2</sup> )	pressione di prova (bar)	tempo di riempimento (h)
tutte le dimensioni	con rivestimento in malta cementizia			tutte le dimensioni	0,10	0,5	1
	0,02	0,5	24				
tutte le dimensioni	senza rivestimento in malta cementizia			tutte le dimensioni	0,10	0,5	1
	0,02	0,5	1				

## Art. 49 Allacciamenti alla canalizzazione di fognatura

In generale, per ogni lotto catastale, sarà realizzato un condotto di allacciamento fino ai confini della proprietà. Non è consentito inserire i condotti di allacciamento dei pozzetti stradali nei condotti di allacciamento degli edifici. È invece possibile — secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori — l'associazione di più pozzetti stradali ad un unico condotto di allacciamento alla fognatura.

Qualora la canalizzazione di fognatura sia inferiore al livello della falda freatica, i condotti di allacciamento che non possono essere ancora completati dovranno essere predisposti con l'imboccatura il più possibile sopra il livello freatico, per facilitare i successivi lavori di completamento.

I pezzi speciali con imboccatura e gli sghebbi, predisposti per il successivo allacciamento, dovranno essere chiusi con appositi coperchi a tenuta ermetica.

Di norma, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori, gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura saranno realizzati mediante tubi in PVC SN 4 del diametro nominale di 160 mm e gli allacciamenti degli scarichi privati mediante tubi in PVC SN 4 del diametro nominale di 160 o 200 mm. Nella esecuzione dei condotti di allacciamento, dovranno essere evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione; all'occorrenza dovranno adottarsi pezzi speciali di raccordo e riduzione.

Nell'ambito della fossa della canalizzazione, i condotti di allacciamento dovranno essere supportati da calcestruzzo costipato o sabbia cementata. I collegamenti alla canalizzazione avverranno di norma mediante pezzi speciali con imboccatura inseriti nei condotti prefabbricati.

Solo in via eccezionale potrà essere consentito dalla Direzione dei Lavori l'inserimento di sghebbi successivi alla realizzazione della canalizzazione. In tal caso si dovrà provvedere con diligenza alla perforazione del condotto mediante un attrezzo speciale a corona cilindrica, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghebbi saranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un idoneo blocco di ancoraggio in calcestruzzo, ad evitare il distacco del pezzo speciale.

Nel collegamento tra i condotti e gli sghebbi, dovranno infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi d'ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco.

Il punto di innesto di ogni condotta di allaccio sulla condotta principale dovrà sempre essere segnalato mediante la posa sul piano stradale di un chiodo a testa larga secondo le indicazioni che verranno fornite su atto esecutivo della Direzione Lavori.

## Art. 50 Rinterro della canalizzazione

### 50.1 Incasso

L'incasso deve essere considerato come una componente dei lavori complementare al supporto della canalizzazione poiché contribuisce in misura non irrilevante alla ripartizione dei carichi.

Nello spazio di incasso, ossia lateralmente al condotto e fino a 30 cm sopra il vertice, può essere usata solo terra immune da pietre, idonea al costipamento, per la quale valgono le medesime prescrizioni poste al materiale di supporto. Se tale terra non è disponibile in posto, deve essere migliorata aggiungendo materiale adatto con legante, ovvero integralmente sostituita. Si esclude l'uso di suoli gelati, sia per l'incasso sia per il sovrastante riempimento. Per

poter realizzare il necessario grado di costipamento, la fossa deve essere tenuta libera dall'acqua.

Nello spazio d'incasso, la terra deve essere collocata a strati aventi uno spessore fino a 30 cm e costipata a mano o con attrezzi leggeri, evitando di spostare la condotta lateralmente e verticalmente. Pertanto, se necessario, la terra deve essere rovesciata e costipata contemporaneamente da entrambi i lati del condotto. Il costipamento deve assicurare il grado di compattezza ipotizzato nei calcoli statici, se necessario da verificare, per esempio mediante misura della densità Proctor.

Se la canalizzazione viene realizzata in calcestruzzo gettato in opera, ovvero riceve un supporto o una camicia in calcestruzzo, i lavori per l'incasso possono essere iniziati solo quando il calcestruzzo è indurito ed ha raggiunto una resistenza sufficiente.

In presenza di fosse strette che non consentono un costipamento sufficiente della terra d'incasso, ovvero se non è disponibile terra adatta o se deve essere migliorata la ripartizione dei carichi, la condotta deve essere parzialmente o totalmente incassata in calcestruzzo.

## **50.2 Riempimento**

Il riempimento della fossa sopra lo spazio d'incasso deve essere realizzato a strati in modo tale da non minacciare la sicurezza statica e peraltro da garantire un sufficiente costipamento della terra di riporto.

Gli attrezzi di costipamento devono essere scelti secondo le caratteristiche della terra di riporto e le modalità di armatura della fossa. Non è consentito l'uso di vibratori di tipo medio o pesante ad una distanza inferiore a 1 m sopra il vertice del condotto. Parimenti è proibito il costipamento della terra mediante pesi in caduta.

Durante l'esecuzione dei lavori non sono consentiti il transito di attrezzi e veicoli pesanti sopra la canalizzazione non ancora sufficientemente ricoperta e lo stoccaggio provvisorio sopra l'asse dei condotti di terra di scavo in cumuli con altezze staticamente non previste.

Nel caso in cui la canalizzazione venga inserita sotto un terrapieno, si deve fare particolare attenzione che la sua posizione e sicurezza statica non siano minacciate, durante il ricoprimento, da parte degli attrezzi per il trasporto e il costipamento del materiale del terrapieno.

Le canalizzazioni in calcestruzzo gettato in opera o con camicia in calcestruzzo possono essere ricoperte solo quando il calcestruzzo ha raggiunto una resistenza sufficiente.

Dovrà essere effettuato inoltre quanto detto dalla norma ENV 1046 e dovranno essere fatte, se il Direttore dei Lavori lo riterrà opportuno, le prove per testare la compattazione ed il materiale utilizzato.

## **50.3 Allontanamento delle armature**

L'armatura della fossa può essere allontanata solo nella misura in cui è divenuta superflua a causa del riempimento della fossa. Se essa non può essere rimossa senza pericolo di crolli e assestamenti, deve essere lasciata in posto durante il trattamento.

Nella rimozione dell'armatura, si deve fare attenzione che, mediante un idoneo costipamento del materiale di rinterro, si realizzi un collegamento ineccepibile con le pareti indisturbate della fossa, per garantire uno sviluppo adeguato delle forze d'attrito.

## **Art. 51 Ripristini stradali**

Ai ripristini stradali si dovrà di norma dar corso una volta acquisita sufficiente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei rinterri.

In relazione a particolari esigenze della circolazione o a specifiche richieste dei proprietari delle strade, è tuttavia in facoltà della Direzione dei Lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strada, ed anche non appena ultimati i rinterri.

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diverse sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.

La Direzione dei Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strada abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, vengano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei rinterri e degli strati sottostanti della massicciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai proprietari, la sagoma prevista.

Le pavimentazioni dovranno essere eseguite a regola d'arte, secondo le migliori tecniche e con materiali di buona qualità, nel rispetto delle prescrizioni contenute nei rispettivi articoli dell'Elenco Prezzi, specie per quanto riguarda gli spessori minimi.

I chiusini degli altri servizi pubblici dovranno essere posati con la superficie superiore perfettamente a filo del piano stradale definitivo e ben incastrati e fissati. In caso di modifica della quota originaria del piano stradale, tutti i chiusini

preesistenti dovranno essere riportati in quota e fissati a regola d'arte.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli artt. 1667 e 1669 del Codice Civile.

Nella esecuzione dei ripristini e di tutte le opere di natura stradale in genere, dovranno essere osservate le norme tecniche specifiche riportate negli articoli relativi ai lavori stradali del presente Capitolato.

## Art. 52 Movimento e trasporti di materiali

Ogni qualvolta si debba procedere allo sgombero di macerie e alla rimozione di materie accumulate nel cantiere di lavoro, l'impresa avrà cura di recuperare il materiale riutilizzabile e di accantonarlo regolarmente nelle posizioni che verranno fissate dalla Direzione Lavori, evitando in ogni caso che il materiale venga asportato per negligenza o per qualsiasi altro motivo.

Qualora l'Impresa non provvedesse in conformità a tale prescrizione la Direzione Lavori avrà facoltà di addebitare all'Impresa stessa l'importo dei materiali perduti, detraendo direttamente dalla contabilità dei lavori.

Trasporti a rifiuto dei materiali di scarto: dovranno effettuarsi fino alla località e posizione caso per caso approvata dalla Direzione Lavori. Qualora per qualsiasi motivo l'impresa o chi per essa non ottemperasse a tale specifica prescrizione la Direzione Lavori non solo non fare luogo al pagamento del corrispondente importo, ma applicherà una penale pari all'importo medesimo, da detrarsi direttamente dal conto finale dei lavori.

## Art. 53 Prove di tenuta delle condotte acqua, fognarie e gas

### 53.1 Condotte Acqua

Con le suddivisioni che la Direzione dei Lavori riterrà più opportune, l'Impresa eseguirà prove idrauliche di tenuta ad una pressione pari a 1,5 volte la pressione di esercizio stabilita dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore a 10 bar.

La prova verrà eseguita mediante apposito manometro registratore, opportunamente omologato ed idoneamente mantenuto secondo le indicazioni del costruttore, procurato dall'impresa, il cui fondo scala non dovrà essere superiore alla pressione di prova aumentata di un terzo.

La pressione dovrà rimanere costante almeno 24 ore.

### 53.2 Condotte Fognarie

a) Collaudo fognature a pelo libero (UNI EN 1610/1999 - ISO/TR 7073/1988)

La **prova idraulica di tenuta** potrà essere effettuata ad aria (metodo L) o con acqua (metodo W), nel caso in cui la prova con aria non venga superata è consentito il ricorso alla prova con acqua e sarà decisivo soltanto il risultato della prova con acqua.

Nel caso in cui il collaudo venga eseguito con aria, dovranno essere impiegate chiusure adatte a tenuta d'aria al fine di evitare errori derivanti dalla apparecchiature di prova e dovranno essere adottate tutte le precauzioni di sicurezza necessarie soprattutto se effettuato su condotte di grande diametro.

Tutte le bocche di apertura del tronco di linea da collaudare, delle sue diramazioni e dei suoi imbocchi andranno ermeticamente chiuse, tutti i raccordi sagomati andranno ancorati in modo tale da evitare eventuali spostamenti durante la prova che possono danneggiare la tenuta dei giunti.

Secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 1610 il collaudo con aria sarà ritenuto accettabile se saranno soddisfatti i valori indicati nella seguente tabella:

Materiale	Metodo di collaudo	Pressione di prova in mbar	Caduta di pressione ammessa	Tempo di prova in minuti						
				DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1000
Tubi di calcestruzzo non impregnato	LA	10	2.5	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50	10	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100	15	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200	15	1.5	1.5	1.5	2	3	4	5
Tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali	LA	10	2.5	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50	10	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100	15	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200	15	1.5	1.5	2	2.5	4	5	7



Il collaudo con acqua dovrà essere eseguito ad una pressione massima di 0,50 bar e minima di 0,10 bar misurata sulla generatrice superiore del tubo. Si possono prevedere pressioni di prova più elevate per tubazioni progettate per operare sotto sovraccarico permanente o temporaneo. La tubazione sarà riempita lentamente, per assicurare la completa evacuazione di aria, per questo andrà riempita dal punto più basso della tubazione in modo che l'aria fuoriesca dal punto più in alto di questa attraverso gli appositi sfiati opportunamente dimensionati.

La tubazione da collaudare non deve avere collegamenti diretti con tubazioni in sovrappressione.

La lunghezza della tratta da sottoporre a prova deve essere determinata tenendo presente che la pressione massima a cui può essere assoggettato un condotto non deve superare il valore massimo di 0,5 kg/cmq. Pertanto sul punto più basso del tratto in prova non deve gravare un battente d'acqua superiore a 5 metri di altezza, misurati a partire dall'asse della tubazione. Tra il riempimento e la prova della tubazione deve intercorrere un tempo sufficiente per consentire all'aria ancora contenuta nella tubazione di fuoriuscire. In particolare qualora ci sia un sifone sul terminale più alto della tratta, deve essere inserito un tubo di gomma attraverso la chiusura idraulica in modo da estrarre l'aria racchiusa e da permettere il riempimento di tutta la tubazione con acqua.

La verifica della prova deve essere iniziata dopo aver lasciato trascorrere un periodo di almeno 1 ora dal riempimento per permettere l'imbibimento delle tubazioni e dei giunti.

Ogni tratto dovrà essere sottoposto a tenuta di pressione d'acqua per una durata non inferiore a 30 minuti, e comunque questo valore può essere aumentato a discrezione del Direttore dei Lavori. La pressione di prova non dovrà subire una diminuzione superiore a 0.01 bar rispetto alla pressione di prova mediante il rabbocco di acqua.

La quantità totale di acqua che sarà aggiunta durante la prova al fine di mantenere la pressione richiesta dovrà essere misurata e registrata.

La prova si riterrà superata se la quantità di acqua aggiunta non è maggiore di:

- 0.15 l per ogni m2 di superficie bagnata per le tubazioni;
- 0.20 l per ogni m2 di superficie bagnata per le tubazioni che comprendono anche i pozzetti;
- 0.40 l per ogni m2 di superficie bagnata per i pozzetti e le camere di ispezione.

Dovranno essere sottoposti a collaudo almeno il 10% dell'intera estensione delle condotte oggetto dell'intervento i cui tratti saranno scelti a discrezione della Direzione Lavori.

Il Direttore dei Lavori potrà comunque, a propria discrezione, estendere la prova fino al 100% delle tubazioni.

#### b) Collaudo fognature in pressione (UNI EN 805/2002 - ISO/TR 7073/1988)

Con le suddivisioni che la Direzione dei Lavori riterrà più opportune, l'Impresa eseguirà prove idrauliche di tenuta, per almeno il 10% delle condotte (quantità ed individuazione dei tratti da collaudare saranno a discrezione della Direzione dei Lavori) con il "Metodo della perdita di pressione" considerando la minore delle due pressioni:

$$STP = MDPa \times 1,5;$$

$$STP = MDPa + 5 \text{ bar.}$$

Dove:

**STP:** Pressione di prova del sistema;

**MDPa:** Pressione di esercizio massima del sistema

La prova sarà eseguita mediante apposito manometro registratore, opportunamente omologato ed idoneamente mantenuto secondo le indicazioni del costruttore, procurato dall'impresa, il cui fondo scala non dovrà essere superiore alla pressione di prova aumentata di un terzo.

La pressione dovrà rimanere costante almeno 24 ore.

### 53.3 Condotte Gas

Le prove di tenuta dovranno corrispondere ai parametri fissati dal D.M. 16/04/2008, dal D.M. n. 2445 del 23/02/1971 e dalla norma UNI CIG 9165, nonché da quelli fissati dal presente Capitolato.

Non è assolutamente ammessa la ricerca delle eventuali perdite mediante immissione di odorizzanti nelle condotte gas.

**Prove di tenuta di condotte in acciaio esercite in 7° specie (fino a 0,04 bar) e 6° specie (da 0,04 bar a 0,5 bar)**

L'operazione verrà eseguita prima della messa in gas e riguarda la totalità delle tubazioni posate, comprese eventuali valvole, e raccordi.

La tubazione dovrà essere chiusa alle due estremità con apposite testate di prova.

La prova, idraulica o con l'ausilio di aria o gas inerti, potrà essere eseguita per tronchi, la cui lunghezza sarà stabilita

dalla Direzione Lavori, e consisterà, come previsto DM 16/04/2008 e dalla Norma UNI CIG 9165, in una prova ad una pressione pari ad almeno 1 bar per una durata di 24 ore dopo la stabilizzazione della pressione; la prova, nel caso di collaudo di parti in officina o di tratti fuori terra di breve lunghezza, potrà avere una durata ridotta a 4 ore. Qualora la rete sia costituita da più tronchi si dovrà procedere al collaudo dell'intera estensione con aria o gas inerti secondo le stesse modalità prescritte per la prova per tronchi, oppure procedere a verifica delle giunzioni dei tronchi collaudati con altre modalità imposte dalla D.L.

Di tutte le prove saranno redatti appositi verbali, desunti dall'esame del grafico del manometro registratore, nei quali dovranno essere indicate le lunghezze delle condotte provate e la pressione di collaudo; la prova sarà considerata favorevole se, per il tempo di registrazione imposto dalla Direzione lavori dopo la stabilizzazione della pressione di prova, essa si sarà mantenuta costante a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura. Anche nel caso di verifiche particolari sarà redatto apposito verbale esplicativo.

### **53.4 Prove di tenuta di condotte in acciaio esercite dalla 1° alla 5° specie (da 0,5 bar a > 24 bar)**

La prova dovrà essere eseguita di preferenza idraulicamente, ma potrà essere consentito l'uso dell'aria o del gas inerte purché vengano adottati tutti gli accorgimenti atti a garantire l'esecuzione delle prove in condizioni di sicurezza. La prova dovrà essere eseguita per tronchi, la cui lunghezza sarà stabilita dalla Direzione Lavori, e consisterà, come previsto dal DM 16/04/2008 e dalla Norma UNI CIG 9165, in una prova ad una pressione pari a:

almeno 1.2 volte la pressione massima di esercizio per le condotte di 1° specie ( $P > 24$  bar) per un tempo di 48 ore;

almeno 1.3 volte la pressione massima di esercizio per le condotte di 2° specie ( $12 < P \leq 24$  bar) per un tempo di 48 ore;

almeno 1.5 volte la pressione massima di esercizio per le condotte di 3° specie ( $5 < P \leq 12$  bar) per un tempo di 48 ore;

almeno 1.5 volte la pressione massima di esercizio per le condotte di 4° specie ( $1,5 < P \leq 5$  bar) per un tempo di 24 ore;

almeno 1.5 volte la pressione massima di esercizio per le condotte di 5° specie ( $0,5 < P \leq 1,5$  bar) per un tempo di 24 ore.

Nei casi ricadenti nell'ambito normativo contemplato dal DM 2445/71 la prova idraulica del tronco interessato (attraversamenti o parallelismi di ferrovie ecc...) dovrà essere effettuata alla pressione non inferiore a 5 bar.

La suddivisione in tronchi dovrà essere realizzata in modo tale che la pressione massima di collaudo non dia luogo nella sezione più sollecitata ad una tensione superiore al 95% del carico unitario al limite di allungamento elastico per il tipo di materiale impiegato; inoltre tale pressione massima non dovrà di norma superare la pressione di prova idraulica in officina e le pressioni di collaudo ammesse per le apparecchiature e i pezzi speciali inseriti nella condotta.

Il tempo fissato per il collaudo delle condotte inizierà dal momento in cui si sarà stabilizzato il valore della pressione di prova richiesta. Delle prove sarà redatto apposito verbale, firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa, nel quale dovranno essere identificati i tronchi, indicate le relative lunghezze e la pressione di collaudo.

Nel caso di tubazioni interrate, il collaudo sarà considerato favorevole se ad avvenuta stabilizzazione delle condizioni di prova la pressione si è mantenuta costante, a meno delle variazioni dovute all'influenza della temperatura, per il tempo fissato. Nel caso di tubazioni aeree, il tempo di collaudo potrà essere ridotto fino a 4 ore ad insindacabile giudizio della D.L..

Qualora durante il periodo di collaudo la pressione diminuisse per accertata mancata tenuta degli Organi di chiusura, il collaudo dovrà essere ripetuto una volta eliminate le perdite. Tutti gli oneri necessari per eventuali riparazioni di condotte che, in seguito ai collaudi risultino difettose, saranno a carico dell'Impresa.

### **53.5 Prova di tenuta degli allacciamenti GAS**

Le prove di tenuta dovranno corrispondere ai parametri fissati dal D.M. 16/04/2008, dal D.M. n. 2445 del 23/02/1971, dalla norma UNI CIG 9165 ed in particolare dalla norma UNI 9860:2006, nonché da quelli fissati dal presente Capitolato.

Non è assolutamente ammessa la ricerca delle eventuali perdite mediante immissione di odorizzanti nelle condotte gas.

Le prove di tenuta dovranno essere eseguite con aria o gas inerte. Il fluido di prova verrà immesso attraverso la presa di pressione montata a valle dell'organo di intercettazione generale o attraverso un tappo alla base di una colonna.

Il collaudo delle colonne montanti e delle diramazioni di utenza in aereo sarà in genere eseguito separatamente da quello dell'allacciamento interrato (il quale potrebbe essere collaudato insieme alla rete nel caso di costruzione di nuove reti ed allacciamenti), a partire dall'organo di intercettazione generale, e solo quando queste sono posate e

complete degli organi di intercettazione dei gruppi di misura chiusi e bloccati in chiusura.

La prova di tenuta dell'allacciamento gas dovrà essere eseguita su tutti gli allacciamenti con le modalità e i tempi come da tabella successivamente riportata dandone evidenza nel verbale di collaudo. La prova sarà considerata favorevole quando, nell'intervallo di tempo registrato, non si verificano cadute di pressione a meno della variazione dovuta alla temperatura.

<i><b>Tipo impianto</b></i>	<i><b>Pressione esercizio</b></i>	<i><b>Condizione impianto</b></i>	<i><b>Fluido di prova</b></i>	<i><b>Pressione di Prova</b></i>	<i><b>Durata prova</b></i>
Interrato/aereo	$P_e > 0,5 \text{ bar}$	Posato e completo di organo di intercettazione	Aria/gas inerte	$1,5 \times P_e$	24h interrato 4 h aereo
Interrato/aereo	$0,04 < P_e < 0,5 \text{ bar}$	Posato e completo di organo di intercettazione	Aria/gas inerte	1 bar	24h interrato 4 h aereo
Interrato	$P_e \leq 0,04 \text{ bar}$	Posato e completo di organo di intercettazione	Aria/gas inerte	1 bar	Minimo 30 min
Aereo	$P_e \leq 0,04 \text{ bar}$	Posato e completo di organo di intercettazione	Aria/gas inerte	0,1 bar	Minimo 30 min

Varianti alle modalità di esecuzione delle prove di tenuta, se giustificate da occasionali situazioni, dovranno essere concordate e autorizzate per iscritto dalla Direzione Lavori.

### **53.6 Controllo del rivestimento e PROVE DI ISOLAMENTO ELETTRICO**

Nella costruzione della rete l'Impresa dovrà curare l'isolamento elettrico delle tubazioni in acciaio posate.

In particolare dovrà eseguire:

la corretta fasciatura delle giunzioni saldate onde garantire un grado di isolamento superiore a 15 KV,

l'inserzione del materiale isolante negli eventuali incroci o vicini parallelismi con altre strutture metalliche del sottosuolo.

Immediatamente prima della posa, l'Impresa dovrà sistematicamente effettuare su tutto il rivestimento delle condotte, un controllo mediante un rilevatore a scintilla (detector) munito di spazzola di tipo appropriato per individuare l'eventuale presenza di danni quali sfogliature, ammaccature, incisioni, craterizzazioni o simili. La tensione di prova sarà pari a circa 3000 Volt per mm di spessore del rivestimento, ma non dovrà mai avere un valore inferiore a 10.000 Volt. Qualora venissero riscontrati dei difetti sul rivestimento o vi fossero parti del rivestimento danneggiato, l'Impresa dovrà eseguire a sue spese tutti i necessari lavori di riparazione al fine di ottenere una perfetta efficienza del rivestimento stesso.

Altre modalità particolari di controllo potranno essere indicati di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Tutti gli oneri per i controlli del rivestimento protettivo saranno a carico dell'Impresa .

Ad impianto completato, allorquando la condotta gas (o acqua) sia stata reinterrata in tutte le sue parti, si provvederà ad eseguire la misura della corrente assorbita per mantenere il potenziale reale (Voff) della tubazione ad un valore uguale od inferiore a -1 V (elettrodo di riferimento Cu/CuSO<sub>4</sub>). Questa non potrà essere superiore a 0,5 mA/m<sup>2</sup>. Inoltre si dovrà misurare la resistenza di isolamento verso terra, la quale non potrà essere inferiore a 5.000 Ohm\*m<sup>2</sup>.

Tali prove verranno effettuate ditte specializzate scelte dalla Direzione Lavori, le quali rilasceranno apposita documentazione di verifica dell'isolamento elettrico . L'amministrazione si riserva comunque di effettuare proprie prove di isolamento, in contraddittorio con quelle effettuate dall' Impresa . Tali prove sono a totale carico dell'Appaltatore.

Nel caso in cui la verifica dell'isolamento verso terra dia esito negativo (valori di R<sub>s</sub> inferiori a 5.000 Ohm\*m<sup>2</sup>, e corrente dispersa superiore a 0,5 mA/m<sup>2</sup>) l'Impresa è tenuto ad adottare, a sue spese, tutti i provvedimenti atti ad individuare e correggere i difetti di isolamento.

In corrispondenza di attraversamenti o parallelismi con linee ferroviarie, o tranviarie, per cui sia stato imposto l'adozione di una guaina protettiva alle condotte, si dovrà verificare che la resistenza di isolamento fra tubo e camicia sia superiore o uguale a 1 MOhm. Tale misura va rilevata prima di avere effettuato il collegamento del tratto in

attraversamento alla condotta, nonché prima di effettuare i rinterri.

In caso di esito negativo, le spese e gli oneri relativi agli interventi di scavo per individuare ed eliminare le interferenze elettriche saranno a totale carico dell'appaltatore, come altresì la riparazione del rivestimento danneggiato delle tubazioni, il successivo rinterro dello scavo e l'eventuale ripristino delle pavimentazioni.

## **Art. 54 Opere di impermeabilizzazione**

Si intendono per opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni pavimenti controterra, ecc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti.

Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
- impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- impermeabilizzazioni di opere interrato;
- impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali; ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- a) per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere agli articoli relativi alle coperture continue e discontinue;
- b) per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere l'articolo relativo alla esecuzione delle pavimentazioni;
- c) per la impermeabilizzazione di opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:

- Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di riinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre durante la realizzazione si curerà che i risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
- Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.
- Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.
- Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal Produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori.
- Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento.

L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà 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 di 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 (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.) la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.

A conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, la interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

## **Art.55 Intonaci**

### **55.1 Norme generali**

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le facce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti, quando le condizioni locali lo richiedano.

Prima di applicare l'intonaco a spruzzo su murature in calcestruzzo od il betoncino spruzzato l'Impresa avrà cura di eseguire, mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa. Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità e dovranno rispondere alle caratteristiche di cui alle modalità di accettazione dei materiali.

La malta sarà di norma composta di q.li 5.00 di cemento normale per mc di sabbia, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

L'intonaco in due strati potrà avere uno spessore di mm 20 o 30 e, il primo dei quali sarà di mm 12 ed il secondo di mm 18 circa.

Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posa a distanza di 80-90 cm dalla medesima.

La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atm.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione Lavori potrà ordinare l'aggiunta di idonei additivi per le qualità e dosi che di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche, elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione Lavori.

In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30-40.

Per la realizzazione dell'intonaco per esterni od interni a tre strati verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura.

Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo. Il terzo strato a finire sarà realizzato a frattazzo con malta fine o in calce.

Lo spessore finito dovrà essere di mm 25, qualora però, a giudizio della Direzione Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 15 ed in tal caso applicato in una sola volta.

Le superfici in calcestruzzo che dovranno subire il trattamento impermeabilizzante devono essere compatte, esenti da olii, grassi, polvere ed asciutte, e nel caso di struttura in conglomerato cementizio anche perfettamente stagionate.

A tal fine, dopo la pulizia generale, le superfici da trattare potranno essere sottoposte ai seguenti procedimenti secondo le disposizioni della Direzione Lavori:

- trattamento con acido cloridrico diluito al 10% e successivo accurato lavaggio con getti d'acqua in pressione onde eliminare qualsiasi traccia di acido;
- spazzolatura con spazzoloni a filo di acciaio e successiva soffiatura con aria compressa;
- sabbiatura con materiali granulari di elevata durezza e successiva soffiatura con aria compressa.

La stesa della resina dovrà essere effettuata in unico o duplice strato perfettamente uniforme e senza soluzione di continuità, preferibilmente a spruzzo o mediante spatole, pannelli, ecc., a temperatura non inferiore a 2 gradi °C.

Nel caso in cui sia previsto l'impiego della sabbia quarzifera, la stesa della resina dovrà avvenire sempre in duplice strato e la sabbia dovrà essere sparsa solo sul secondo strato.

### **55.2 Rinzaffi**

Prima dell'esecuzione dell'intonaco, le murature dovranno essere accuratamente ripulite e le eventuali connessioni raschiate, in modo da asportare la malta poco aderente e ravvivare le superfici. Queste saranno quindi adeguatamente asperse con acqua e poi con una mano di cemento o latte di calce, secondo il tipo di intonaco da eseguire, in modo tale che penetri nelle connessioni ed aderisca alla muratura.

Prima che questa mano si dissecchi, si applicherà con la cazzuola il rinzaffo, consistente in uno strato con lo spessore di 5 mm di malta di cemento piuttosto fluida gettata a forza.

Oltre che aderire alle pareti e costituire base di ancoraggio del successivo intonaco, si dovrà curare che la malta penetri nelle connessioni, nei giunti e nelle alveolarità sino a riempirli.

Il rinzaffo sarà quindi regolarizzato e, non appena iniziata la presa, si avrà cura di dar corso alle ulteriori operazioni previste o prescritte.

## **55.3 Intonaci**

### *55.3.1 Intonaco grezzo o arricciatura*

Per l'esecuzione dell'arricciatura, le murature dovranno essere innanzi tutto preparate come prescritto al punto 30.2. Saranno quindi formate, sotto regolo, le fasce verticali di guide, in numero sufficiente a garantire l'ottenimento di superfici perfettamente regolari.

Si procederà quindi al rinzaffo, sempre in conformità a quanto prescritto al precedente punto 30.2, e successivamente verrà applicato un secondo strato di malta, in modo che lo spessore medio complessivo dell'intonaco non risulti inferiore a 10 mm.

La malta sarà conguagliata prima con il regolo e quindi con la cazzuola ed il frattazzo, sino ad avere superfici regolari, senza fessure e asperità. Le superfici saranno quindi raccordate, tanto verticalmente che orizzontalmente, con gusci di adeguato raggio e gli spigoli saranno convenientemente smussati e a loro volta raccordati.

### *55.2.2 Rifinitura civile*

Quando previsto o prescritto, sopra l'intonaco grezzo, se necessario previamente bagnato in modo idoneo, verrà applicato, di norma appena questo abbia preso consistenza, uno strato di malta vagliata allo staccio fino, stesa con la cazzuola ed il frattazzo e conguagliata in modo da riempire anche le più minute fessure dell'intonaco grezzo e rendere perfettamente regolare la superficie.

Quando la malta abbia preso consistenza — ma prima che si dissecchi — sarà passata col frattazzo fino o con la pezza, aspergendola d'acqua, se necessario, mediante apposito pennello. Il tipo di finitura superficiale, qualora non vi siano prescrizioni di progetto, sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori in base alla natura dell'opera ed alle sue condizioni di esercizio.

### *55.3.3 Rifinitura in puro cemento*

La rifinitura in puro cemento sarà, di norma, eseguita sull'intonaco rustico, ma, eccezionalmente, anche sul solo rinzaffo, quando non occorrantero superfici di particolare regolarità.

All'atto dell'applicazione del cemento, l'arricciatura, o il rinzaffo, dovranno aver appena iniziato la presa. Se, per particolari esigenze costruttive o per qualsiasi altro motivo, le superfici siano già indurite, sarà necessario previamente aspergerle con abbondante acqua.

Le rifiniture in puro cemento dovranno avere spessore minimo di 3 mm; le superfici, lisce a ferro, dovranno risultare continue, levigate a perfettamente regolari.

## **Art. 56 Lavori e finiture stradali**

Le fondazioni stradali verranno eseguite secondo le sezioni riportate nelle tavole di progetto e le ulteriori indicazioni fornite dalla D.L.

Il materiale dovrà essere steso in strati regolari ed uniformi di altezza non superiore a cm 20; ogni strato verrà costipato mediante cilindratura con rullo compressore di peso non inferiore a tonnellate 14, con velocità comprese tra 1,5 e 2,5 km/h; la D.L. potrà prescrivere l'impiego di rulli vibranti. Ove la natura dei terreni di sottofondo lo richieda, la stesura del misto dovrà essere preceduta dalla cilindratura del piano di sottofondo.

La cilindratura per la formazione dell'ossatura stradale dovrà essere iniziata ai margini della carreggiata e proseguita gradualmente verso la zona centrale, in modo che nel cilindrare la prima striscia verso l'esterno venga interessata dal rullo anche una zona di banchina di almeno cm 20 di larghezza e che nel cilindrare una nuova zona il rullo passi sempre sopra una striscia di almeno cm 20 di larghezza della zona precedentemente cilindrata.

La cilindratura di tipo aperto verrà eseguita con leggero annaffiamento e con materiale di saturazione costituito da

pietrischetto della stessa durezza del pietrisco della fondazione stradale; tale cilindratura dovrà essere condotta in maniera che al termine risultino in superficie dei vuoti tra gli elementi.

La pavimentazione stradale dovrà essere di norma ripristinata in modo identico a quella preesistente.

Il ripristino su strade semplicemente ghiaiate dovrà essere eseguito con pietrisco o stabilizzato. Il tutto dovrà essere ben costipato con più passaggi di rullo compressore.

Il ripristino su strade bitumate avverrà con i due seguenti trattamenti in conglomerato bituminoso:

strato di collegamento (binder) ;

strato di usura (tappeto) .

Prima della stesura del binder si dovrà procedere alla scarifica dello scavo per una profondità normalmente di cm 8 o diversa secondo le indicazioni della D.L., a cui seguirà una rullatura e bagnatura della zona scarificata, una accurata pulizia delle superficie da rivestire e una mano di attacco con emulsione cationica bituminosa in ragione di 200-300g di bitume per m<sup>2</sup> ; la stesura di tale emulsione deve essere fatta davanti alla finitrice, ad una distanza massima di 100 metri, nel caso si proceda con l'utilizzo della macchina.

Il conglomerato bituminoso deve essere messo in opera senza segregazione, rispettando l'allineamento, i profili della strada e lo spessore richiesto nelle rispettive voci di elenco, ben raccordato all'asfalto esistente ed entro la sezione di scavo.

L'Imprenditore è tenuto a mantenere il piano dei ripristini perfettamente viabile ed esente da avvallamenti e convessità di qualsiasi specie fino al collaudo provvisorio delle opere e procedere tempestivamente alla esecuzione delle riprese come di seguito indicato.

Le riprese dovranno essere eseguite con conglomerato bituminoso fine, dello spessore necessario a riportare in quota la superficie dei ripristini effettuati rispetto al rimanente piano stradale, senza che l'Imprenditore abbia diritto ad alcun compenso aggiuntivo a quello previsto per il ripristino già compensato.

Nella formazione dei tappeti, l'emulsione dovrà ricoprire i bordi longitudinali, previa pulizia accurata, della striscia del binder (dato in precedenza) . La rullatura di finitura dovrà essere particolarmente curata per evitare la formazione di gradini tra il vecchio ed il nuovo manto.

L'operazione di cui sopra relativa al ripristino del manto stradale potrà essere preceduta da un intervento di fresatura a discrezione della D.L.

Altri tipi di pavimentazione ( ciottoli, porfido o lastre di pietra naturale) rimossi all'atto dell'esecuzione dello scavo, verranno rimessi in sito, previa pulizia, sopra un letto di sabbia; il riempimento degli interstizi verrà di norma eseguito con altra sabbia e cemento o bitume a caldo che faciliti tale operazione.

Un pilonamento ripetuto e prolungato dovrà essere eseguito fino ad ottenere un perfetto assestamento, costipamento e livellamento della pavimentazione.

Per tali pavimentazioni l'Impresa dovrà a sua cura e spese provvedere alla sostituzione degli elementi rotti o danneggiati durante le operazioni di scavo.

I marciapiedi dovranno essere rifatti per l'intero quadrato interessato dai lavori.

Sia durante il ripristino che nelle riprese e nella formazione del manto di usura, i chiusini stradali ed i coperchi delle camerette dovranno essere livellati con il piano della viabilità.

Ogni danno o responsabilità civile o penale, per incidenti che dovessero verificarsi a causa di imperfetti ripristini o per mancata o ritardata esecuzione delle riprese di cui sopra, si intende a totale carico dell'Imprenditore.

Posa in opera del misto granulare

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante una prova sperimentale di campo, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere:

una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO mod. (CNR 69/78);

un modulo di deformazione Md determinato con prova di carico su piastra da 300 mm (norma CNR n. 146) non inferiore a 80 MN/m<sup>2</sup> .

## Art. 57 Segnaletica orizzontale

Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla D.L..

Dovranno essere tenute presenti le norme che sono contenute nel regolamento di attuazione del nuovo codice della strada modificato e integrato con tutte le disposizioni in vigore al momento della collocazione in opera.

## Art. 58 Smaltimento materiale proveniente da scavi e demolizioni

1. L'Impresa è da intendersi l'unico produttore di sottoprodotto o rifiuto per quanto concerne i materiali provenienti da scavi o demolizioni, secondo le definizioni di cui all'art. 184 bis e 183 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i..
2. L'Impresa in qualità di produttore, secondo la definizione di cui al comma 1, qualora tratti il materiale proveniente dagli scavi come sottoprodotto, dovrà attenersi a quanto previsto dall'art. 41 bis della Legge n.98 del 09.08.2013. Pertanto l'Impresa dovrà dimostrare che:
  - a) è certa la destinazione all'utilizzo direttamente presso uno o più siti o cicli produttivi determinati;
  - b) in caso di destinazione a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, non sono superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione e i materiali non costituiscono fonte di contaminazione diretta o indiretta per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale;
  - c) in caso di destinazione ad un successivo ciclo di produzione, l'utilizzo non determina rischi per la salute né variazioni qualitative o quantitative delle emissioni rispetto al normale utilizzo delle materie prime;
  - d) ai fini di cui alle lettere b) e c) non è necessario sottoporre i materiali da scavo ad alcun preventivo trattamento, fatte salve le normali pratiche industriali e di cantiere. Inoltre l'Impresa dovrà presentare dichiarazione resa all'Agenzia regionale per la protezione ambientale ai sensi e per gli effetti del testo unico di cui al d.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445, di cui all'allegato «B», precisando le quantità destinate all'utilizzo, il sito di deposito e i tempi previsti per l'utilizzo, che non possono comunque superare un anno dalla data di produzione, salvo il caso in cui l'opera nella quale il materiale è destinato ad essere utilizzato preveda un termine di esecuzione superiore. Le attività di scavo e di utilizzo devono essere autorizzate in conformità alla vigente disciplina urbanistica e igienico-sanitaria. La modifica dei requisiti e delle condizioni indicati nella dichiarazione deve essere comunicata dall'Impresa entro trenta giorni al Comune del luogo di produzione. L'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotto resta assoggettato al regime proprio dei beni e dei prodotti. A tal fine il trasporto di tali materiali deve essere accompagnato, qualora previsto, dal documento di trasporto o da copia del contratto di trasporto redatto in forma scritta o dalla scheda di trasporto di cui agli articoli 6 e 7-bis del decreto legislativo 21 novembre 2005, n. 286, e successive modificazioni.
3. L'Impresa in qualità di produttore, secondo la definizione di cui al comma 1, qualora tratti il materiale proveniente dagli scavi come **rifiuto** dovrà attenersi a quanto previsto dalla Parte quarta del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.. In particolare, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori tutte le copie dei formulari di identificazione rifiuto, di cui all'art.193 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., compilati in ogni loro parte, timbrati e firmati dal Destinatario.
4. Resta comunque stabilito che l'Impresa rimane unica ed esclusiva responsabile, ai sensi del comma 1 art.188 del D. L.vo 152/06.
5. L'onere di trasporto e smaltimento (Voce Elenco Prezzi MM.1.10, MM.1.11 e MM.1.12) verrà riconosciuto in fase di contabilità, solo se l'Impresa consegnerà alla Direzione Lavori tutte le copie dei formulari di identificazione rifiuto, di cui all'art.193 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., compilati in ogni loro parte, timbrati e firmati dal Destinatario.
6. Nella redazione del formulario, di cui all'art.193 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., l'Impresa è tenuta a distinguere il rifiuto proveniente dalla fresatura dell'asfalto (CER 17 03 02), dal resto del materiale derivante da attività di costruzione e demolizione (in genere CER 17 09 04).

## Art. 59 Impianto elettrico

### 59.1 Disposizioni generali.

Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre a coordinamento di tutte le operazioni necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione ed a eventuali interferenze con altri lavori.

Verificherà inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella «Appendice G »



della Guida CEI 64-50=UNI 9620, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte, in rispondenza alla legge 1° marzo 1968 n. 186 ed al DM 22/01/2008 n.37. Si considerano a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

- CEI 11-17(1981) e variante V1(1989). Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 64-8(1987) e varianti V1(1988) e V2(1989). Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-9(1987): Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similare.
- CEI 64-10(1988). Impianti elettrici nei luoghi di spettacolo o intrattenimento.
- CEI 64-2(1987): Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
- CEI SI423: Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici civili.
- CEI 103-1(1971) e variante V1(1987). Impianti telefonici interni.
- CEI 64-50=UNI 9620: Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.

Inoltre vanno rispettate le disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della legge 818 del 7 dicembre 1984 per quanto applicabili.

## **59.2 Qualità dei materiali elettrici.**

Ai sensi dell'art. 2 della legge n. 791 del 18 ottobre 1977 e del DM 22/01/2008 n.37, dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte, ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

I materiali non previsti nel campo di applicazione della legge n. 791/1977 e per i quali non esistono norme di riferimento dovranno comunque essere conformi alla legge n. 186/1968.

Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.

## **59.3 Caratteristiche tecniche degli impianti e dei componenti.**

### *59.3.1 Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti.*

Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono:

- punti di consegna ed eventuale cabina elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali;
- quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri elettrici locali o di unità immobiliari;
- alimentazioni di apparecchi fissi e prese;
- punti luce fissi e comandi;
- illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.

Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici ove non diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla Guida CEI 64-50 per la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.

Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare l'Ente distributore dell'energia elettrica.

### *59.3.2 Criteri di progetto.*

Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema.

Con riferimento alla configurazione e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regime, che per il funzionamento anomalo per sovracorrente. Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del valore nominale.

È indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere per il corto circuito minimo valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo valori non inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e comunque non inferiori a quelli effettivi presumibili.

È opportuno:

- ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici con

caratteristica L o comunque assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4s;

- ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare degli interruttori automatici differenziali.

#### *59.3.3 Criteri di scelta dei componenti.*

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio gli interruttori automatici rispondenti alle Norme CEI 23-3, le prese a spina rispondenti alle Norme CEI 23-5 e 23-16, gli involucri di protezione rispondenti alle Norme CEI 70-1).

### **59.4 Integrazione dell'impianto elettrico nell'edificio.**

#### *59.4.1 Generalità sulle condizioni di integrazione.*

Va curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici nell'edificio e la loro coesistenza con le altre opere ed impianti.

A tale scopo vanno formulate indicazioni generali relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre) o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre).

Per la definizione di tali indicazioni si può fare riferimento alla Guida CEI 64.50 ove non diversamente specificato.

È opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.

#### *59.4.2 Impianto di terra.*

È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase delle opere edili nella quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di scavo o di infissione ed inoltre possono essere eseguiti, se del caso, i collegamenti dello stesso ai ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma CEI 64.8.

Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.

Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza tra i vari impianti tecnologici interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda peraltro la misurazione della resistività del terreno.

#### *59.4.3 Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.*

Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni del DM 22/01/2008 n.37. È opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura ed adeguate sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme CEI 81.1. Si fa presente che le suddette norme prevedono anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili alle condizioni indicate al punto 1.2.17 della norma stessa.

Il collaudo definitivo deve iniziare entro il termine stabilito dal Capitolato Speciale d'Appalto ed, in difetto, non oltre sei mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori.

Il collaudo definitivo dovrà accertare che gli impianti ed i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato Speciale di Appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso.

Ad impianto ultimato si deve provvedere alle seguenti verifiche di collaudo:

- rispondenza alle disposizioni di Legge;
- rispondenza alle prescrizioni dei VV.F.;
- rispondenza a prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto, come di seguito descritto.

In particolare, nel collaudo definitivo dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- che siano osservate le norme tecniche generali;
- che gli impianti ed i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e preventive indicazioni, inerenti lo specifico appalto, precisato dall'Amministrazione appaltante nella lettera di invito alla gara o nel disciplinare tecnico a base della gara, purché risultino confermate nel progetto-offerta della Ditta aggiudicataria e purché non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- che gli impianti ed i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto-offerta, purché

non siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto;

- che gli impianti ed i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto, di cui è stato detto ai precedenti commi b) e c);
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali, siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;
- inoltre, nel collaudo definitivo dovranno ripetersi i controlli prescritti per la verifica provvisoria. Anche del collaudo definitivo verrà redatto regolare verbale.

#### 1) Esame a vista:

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme Generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferendosi all'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguanti dispositivi di sezionamento ed interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezioni adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

#### 2) Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione:

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali di funzionamento contemporaneo od, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti;

#### 3) Verifica della sfilabilità dei cavi:

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamento agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalle norme CEI 11-11 (Impianti elettrici degli edifici civili) si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto, ed al dimensionamento dei tubi o condotti.

Quest'ultima si deve effettuare a mezzo apposita sfera come descritto nelle norme per gli impianti sopradetti;

#### 4) Misura della resistenza di isolamento:

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 125 V nel caso di misura su parti di impianto di categoria O, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di I categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore od uguale a 50 V.

I valori minimi ammessi per costruzioni prefabbricate sono:

- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 150.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore od uguale a 50 V;

#### 5) Misura delle cadute di tensione:

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un volt metro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale;

#### 6) Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi:

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata dalla portata dei conduttori protetti dagli stessi;

#### 7) Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti:

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8).

Si ricorda che per gli impianti soggetti alla disciplina del D.P.R. 547/1955 va effettuata la denuncia degli stessi alle Unità Sanitarie Locali (U.S.L.) a mezzo dell'apposito modulo, fornendo gli elementi richiesti e cioè i risultati delle misure della resistenza di terra.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra ed il morsetto di terra degli utilizzatori fissi ed il contatto di terra delle prese a spina;
- si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo di voltamperometrico. La sonda di tensione ed il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersione a pacchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione ed il dispersore ausiliario;
- deve essere controllato in base ai valori misurati il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale; per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
- quando occorre sono da effettuare le misure delle tensioni di contatto e di passo. Queste sono di regola eseguite da professionisti, Ditte od Enti specializzati. Le norme CEI 64-8 (1984) forniscono le istruzioni per le suddette misure;
- nei locali da bagno deve essere eseguita la verifica della continuità dei collegamenti equipotenziali tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari tra il collegamento equipotenziale ed il conduttore di protezione. Detto controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

### **59.5 Norme generali comuni per le verifiche in corso d'opera, per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo degli impianti.**

Per le prove di funzionamento e rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il Collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza disponibile) siano conformi a quelle previste nel Capitolato Speciale d'Appalto e cioè quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti.

Qualora le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto), all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate a quando sia possibile disporre di corrente di alimentazione delle caratteristiche contrattualmente previste, purché ciò non implichi dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore ad un massimo di 15 giorni.

Nel caso vi sia al riguardo impossibilità da parte dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione appaltante non intenda disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria ad ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo, potranno egualmente aver luogo, ma il Collaudatore dovrà tener conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione, rispetto a quelle contrattualmente previste e secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti;

Per le verifiche in corso d'opera, per quella provvisoria ad ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo, la Ditta appaltatrice è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione appaltante, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere per ciò accampare diritti a maggiori compensi;

Se in tutto od in parte gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà all'Amministrazione appaltante di provvedere a quelli di propria spettanza, qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria ad ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

### **CAPO 3. NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

#### **Art. 60 Norme generali**

Si premette che, per norma generale ed invariabile, resta stabilito contrattualmente che nei prezzi unitari si intendono compresi e compensati: ogni opera principale e provvisoria, ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto in opera, nel modo prescritto dalle migliori regole d'arte, e ciò anche quando questo non sia esplicitamente dichiarato nei rispettivi articoli di Elenco o nel presente Capitolato, ed inoltre tutti gli oneri ed obblighi precisati nel presente Capitolato, ogni spesa generale e l'utile dell'Appaltatore.

Più in particolare si precisa che i prezzi unitari comprendono:

1. *per i materiali*, ogni spesa per fornitura, nelle località prescritte, comprese imposte, carico, trasporto, pesatura, misurazione, scarico, accatastamento, ripresa, cali, perdite, sprechi, sfridi, prove ecc., nessuna eccettuata, necessaria per darli pronti all'impiego a piè d'opera, in qualsiasi punto del lavoro, nonché per allontanarne le eventuali eccedenze;

2. *per gli operai*, il trattamento retributivo, normativo, previdenziale e assistenziale prescritto al precedente art. 21, nonché ogni spesa per fornire ai medesimi gli attrezzi ed utensili del mestiere;

3. *per i noli*, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari e i mezzi d'opera pronti all'uso, per fornirli, ove prescritto, di carburanti, energia elettrica, lubrificanti e materiali di consumo in genere, personale addetto al funzionamento, ecc., per effettuarne la manutenzione, provvedere alle riparazioni e per allontanarli, a prestazioni ultimate;

4. *per i lavori a misura*, ogni spesa per mano d'opera, mezzi d'opera, attrezzi, utensili e simili, per le opere provvisorie, per gli inerti, i leganti, gli impasti, i prodotti speciali, ecc., per assicurazioni di ogni specie, indennità per cave di prestito e di deposito, passaggi, depositi, cantieri, occupazioni temporanee e diverse, oneri per ripristini e quanto occorre a dare il lavoro compiuto a perfetta regale d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'Impresa dovrà sostenere a tale scopo;

5. *per la posa in opera* dei materiali di qualsiasi genere, ogni spesa per l'avvicinamento al punto di posa e gli spostamenti in genere che si rendessero necessari all'interno del cantiere, per la mano d'opera, i mezzi d'opera, gli attrezzi, gli utensili e simili, le opere provvisorie e quant'altro occorra ad eseguire perfettamente la prestazione.

Si conviene poi espressamente che le eventuali designazioni di provenienza dei materiali non danno, in alcun caso, diritto all'Appaltatore di chiedere variazioni di prezzo o maggiori compensi per le maggiori spese che egli dovesse eventualmente sostenere, nel caso che dalle provenienze indicate non potessero aversi tali e tanti materiali da corrispondere ai requisiti ed alle esigenze di lavoro.

Dalle misure lorde dovranno essere dedotte le parti relative ai materiali estranei non formanti oggetto della misura stessa.

La misura di ogni opera deve corrispondere nelle dimensioni alle ordinazioni ed ai tipi di progetto. Nel caso di eccesso su tali prescrizioni, si terrà come misura quella prescritta, ed in caso di difetto, se l'opera è accettata, si terrà come misura quella effettiva.

Nessuna opera, già computata come facente parte di una determinata categoria, può essere compensata come facente parte di un'altra.

Eventuali opere in economia dovranno essere autorizzate di volta in volta dalla Direzione dei Lavori e l'Appaltatore sarà tenuto a consegnare, entro dieci giorni della data di esecuzione dei lavori stessi, le bolle giornaliere delle opere, con l'indicazione del nome e della qualifica degli operai impiegati, dell'orario di lavoro, dei materiali adoperati e con la descrizione dettagliata anche con schizzi.

Le prestazioni di mano d'opera e le forniture di materiali, anche per piccoli quantitativi, per lavori in economia, saranno valutate in base alle prescrizioni ed ai prezzi, netti del ribasso o aumento d'asta, dell'Elenco allegato.

La quantità dei lavori e delle provviste da contabilizzare "a misura" sarà determinata, misura, a peso, cadauna, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi di progetto. Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate.

Le macchine ed attrezzi sono dati a noleggio per i tempi prescritti dalla Direzione Lavori e debbono essere in perfetto stato di servibilità, provvisti di tutti gli accessori per il loro regolare funzionamento, comprese le eventuali linee per il trasporto dell'energia elettrica e, ove occorra, anche il trasformatore.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, la manutenzione degli attrezzi e delle macchine, perché siano sempre in buono stato di servizio.

I noli dei ponteggi saranno sempre valutati in proiezione verticale di facciata per le superfici ed i periodi autorizzati dalla Direzione Lavori.

I relativi prezzi si riferiscono al attrezzature date in opera, compreso trasporto, montaggio e smontaggio, e realizzate a norma delle vigenti leggi in materia.

Nel trasporto s'intende compresa ogni spesa, la fornitura dei materiali di consumo e la mano d'opera del conducente.

I mezzi di trasporto, per i lavori in economia, debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

Tutte le provviste dei materiali per le quantità prescritte dalla Direzione Lavori saranno misurate con metodi geometrici, salvo le eccezioni indicate nei vari articoli del presente Capitolato, o nelle rispettive voci di elenco prezzi le cui indicazioni sono preminenti su quelle riportate nel presente titolo.

Nel prezzo unitario offerto per le singole categorie dei lavori, dovrà comprendere e compensare inoltre i seguenti oneri:

-le demolizioni delle esistenti pavimentazioni stradali di qualsiasi natura, spessore e specie interessate dagli scavi, nonché il loro allontanamento su aree private, compreso ogni indennizzo da corrispondere a terzi per ogni evenienza e l'accatastamento della terra di risulta oltre l'orlo dello scavo per creare un corridoio di servizio e per non gravare di

peso superfluo le pareti stesse dello scavo;

-l'asportazione sia dell'eventuale massicciata stradale, di qualunque spessore e consistenza (anche se costituita da misto cementato o conglomerato cementizio anche armato) che delle sovrastrutture stradale (strato superficiale in asfalto, di qualsiasi spessore, da tagliare preventivamente con macchina a disco rotante o a martello battente, selciato o lastricato, di qualunque spessore, compreso l'onere dell'accatastamento dei materiali riutilizzabili per il successivo reimpiego;

-l'onere per la demolizione di battuto di cemento per cunette stradali, nonché di pavimenti di mattonelle o grès o di altro tipo; marciapiedi con relativo sottofondo; fognoli di scarico da grondaie e/o caditoie ;

-ogni spesa ed onere per la demolizione di trovanti rocciosi;

-l'estirpazione e taglio di radici e di piante di qualsiasi diametro, forma e durezza, nonché il loro allontanamento; la profilatura e la regolarizzazione delle pareti, il livellamento del fondo dello scavo;

-l'armatura di contenimento dello scavo cassa chiusa con adeguati pannelli metallici od in legno, sostenuti da cunei reggispinta contrapposti (atti comunque ad impedire frane o smottamenti del terreno sia superficiali che profondi, materiali che sono da considerarsi compensati con gli oneri della sicurezza);

-lo spostamento ed all'occorrenza la demolizione ed il rifacimento di piccoli fognoli, scarichi, manufatti od altre canalizzazioni incontrate nello scavo che siano di ostacolo alla regolare posa della tubazione;

-il carico, il trasporto a rifiuto e lo scarico delle materie qualora queste non venissero riutilizzate o fossero eccedenti;

-gli aggotamenti degli scavi eseguiti con mezzi normali di prosciugamento (pompe con motore a scoppio, elettropompe, ecc. ecc.), escluso l'abbassamento di falda che, previo accordo con la D.L. in riferimento alla modalità di esecuzione dell'intervento e della relativa spesa risultante da apposito verbale, verrà compensato con le somme per imprevisti;

-gli oneri derivanti dal by-pass delle acque qualora lo scavo sia effettuato in alveo di fossi o scoli pubblici;

-la rimozione e demolizione di trovanti solidi (murature di qualsiasi natura e consistenza, compreso il cemento armato) secondo i volumi fissati nel relativo prezzo di elenco;

-gli oneri derivanti dal rallentamento dalla sosta e dalla inoperosità dei mezzi di lavoro, per la salvaguardia di condotte per erogazione dell'acqua, del gas, ENEL e Telecom, ecc.;

-la salvaguardia di qualsiasi tipo di condotta erogatrice di pubblici servizi (acqua, luce, gas, telefono) che venga interessata dagli scavi, nonché tutti i lavori necessari e forniture di materiali vari per il ripristino delle stesse condotte in caso di rotture;

-la rimozione ed il recupero dei chiusini incontrati nelle operazioni di scavo e loro consegna presso i magazzini aziendali;

-tutti gli scavi da eseguire anche a mano per lo scalzamento e messa a nudo delle condotte dei servizi pubblici, interessate dagli scavi;

-la preventiva ricerca con idonea attrezzatura o accurata ricognizione dell'andamento planimetrico - altimetrico di tutti i servizi pubblici sottostanti i piani stradali, od in aperta campagna, vengono ad essere interessati dagli scavi;

la salvaguardia di tutte le linee aeree per erogazione della pubblica illuminazione, linee private, Telecom, ecc.;

-garantire l'accesso alle proprietà private che accedono sulla pubblica via, mediante la posa in opera di pedana, tavolati, ecc. ecc.;

-il rinalzo a mano con materiale idoneo delle tubazioni con le modalità e dimensioni previste dal progetto esecutivo; il rinterro conforme alle prescrizioni del presente Capitolato;

-la fornitura e posa in opera di un idoneo nastro segnalatore, in materiale plastico, da ubicare sopra le condotte a cm 30 dall'estradosso della condotta medesima;

-tutte le segnalazioni diurne e notturne, necessarie per prevenire qualsiasi tipo di incidente stradale, previa postazione di elementi segnaletici e l'accensione delle lanterne; il tutto conforme alle vigenti norme in materia del codice stradale e agli schemi segnaletici del segnalamento temporaneo, tale da garantire la sicurezza e la fluidità del traffico veicolare che pedonale,

-tutti gli scavi su carreggiata dovranno eseguirsi previa taglio della pavimentazione stradale bitumata;

-I ripristini della pavimentazione bituminosa, salvo specifica prescrizione, dovranno eseguirsi, in riferimento all'esecuzione del binder in corrispondenza dello scavo, durante la stessa giornata lavorativa o comunque prima dell'apertura del cantiere al traffico stradale, mentre il tappeto d'usura, dove quest'ultimo dovrà essere realizzato, secondo le prescrizioni particolari dettate dalla D.L. e/o dagli enti proprietari della strada;

-Per gli attraversamenti trasversali il ripristino dovrà essere eseguito per ml.5.00 a cavallo dello scavo, previa fresatura del manto esistente;

-Nei tratti all'interno dei centri abitati, a ridosso dei sottopassi o sottovia e nei tratti indicati dal personale preposto dell'Ente proprietario della strada, sono vietati gli alzamenti di quota dell'attuale piano viabile;

-Dovranno essere riposizionati i segna limiti e i riferimenti chilometrici esistenti che potrebbero essere rimossi in conseguenza dei lavori e comunque ripristinata tutta la segnaletica sia orizzontale che verticale che dovesse essere interessata;

-Dovranno essere ripristinate tutte le pertinenze stradali, drenaggi a salvaguardia del corpo stradale e opere connesse

eventualmente manomesse o danneggiate durante il corso dei lavori,

-Se si dovessero verificare durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo finale, avvallamenti anomalie del piano viabile e deformazioni del corpo stradale, la ditta esecutrice dei lavori dovrà intervenire con continue riprese del piano carrabile, delle banchine e delle pertinenze stradali fino al loro perfetto assestamento e regolarizzazione;

-adeguata segnaletica per la dimostrazione agli utenti delle strade interessate, dalla esecuzione dei lavori;

-preventivi accordi con gli enti gestori dei servizi pubblici per eventuali interruzioni della erogazione di gas, luce, acqua e Telecom;

-l'eventuale transennamento dello scavo. Su richiesta della D.L., e/o dal coordinatore della sicurezza per l'esecuzione dei lavori;

-predisposizione di adeguati sostegni degli scavi nei tratti la cui distanza tra il collettore fognario e la linea dei servizi pubblici è inferiore a m. 8.00 al fine di mantenere la sicurezza in tali impianti, lo scavo in prossimità delle condotte esistenti dovrà essere eseguito a mano ed in presenza costante di personale dell'ente gestore del servizio pubblico interessato;

-costipamento del materiale nello scavo, conforme alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato;

-le prove geotecniche richieste dalla D.L. per la verifica del grado di compattamento dei materiali di rinterro fino ad un limite di una prova ogni 100 m di scavo;

-tutti gli oneri per l'allontanamento del materiale eccedente su aree da procurarsi a cura e spese dell'Impresa, compresi i relativi oneri di smaltimento.

-Il trasferimento del personale e degli attrezzi al cantiere di lavoro, gli oneri per l'impiego la sosta dei mezzi, l'attesa degli operai per il tempo necessario ad effettuare l'intervento da parte del personale aziendale o del personale della stessa o di altra impresa;

-Negli attraversamenti stradali in sotterraneo è vietato procedere all'escavazione della seconda metà della strada se il piano viabile non sia stato congiuntamente ricostruito nella prima;

-Gli oneri derivanti dalla presenza delle maestranze della stazione Appaltante o di altre imprese nell'abitato dei centri ed in particolare per l'attesa derivante dall'esecuzione dei lavori di loro competenza,

-L'eventuale ed eccezionale regolamentazione del traffico stradale mediante senso unico alternato con impianto semaforico dovrà essere autorizzato dall'Ente proprietario della strada tramite rilascio di ordinanza o parere, pertanto la richiesta della Ditta esecutrice dei lavori dovrà pervenire almeno 10 gg. prima della data dell'effettiva posa in opera dell'impianto semaforico;

## **Art. 61 Scavi in genere e rinterri**

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

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- 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, ecc.;
- 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 ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;
- gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato.

Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse.



I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

Negli scavi per le tubazioni e per i manufatti, non saranno misurati i volumi provenienti da maggiori sezioni rispetto alle prescritte e da franamenti o scoscendimenti delle scarpate, dipendenti da insufficienza nelle sbadacchiature ed armature occorrenti o da qualsiasi altra causa.

Il prezzo degli scavi armati comprende: il nolo delle armature, sbadacchiature e puntellazioni, la mano d'opera per la loro formazione, manutenzione e ripresa, nonché il loro consumo e trasporto.

Con i prezzi degli scavi a macchina è sempre compensato anche l'occorrente assistenza della mano d'opera; per tutti gli scavi, poi, i prezzi comprendono e remunerano sempre le operazioni di esatta rifilatura delle scarpate e la perfetta sgomatura e posa a livelletta del fondo.

Qualora durante lo scavo di qualsiasi natura e consistenza (con l'esclusione della roccia da mina) si rinvenissero materiali non rimovibili mediante escavatore, come ad esempio murature, rocce, ecc. di volume superiore a  $m^3$  0,5, per la loro demolizione verranno corrisposti i sovrapprezzi di Elenco ed il loro volume non verrà dedotto da quello di scavo; analogamente si procederà per la valutazione dello scasso delle massicciate. Al contrario, l'asportazione dei relitti di volume inferiore a  $0,5 m^3$  si intende compensata con il prezzo dello scavo.

In presenza di terreni molto fluidi, le armature delle pareti dovranno essere spinte al di sotto del piano di fondo degli scavi, a profondità sufficiente per evitare il rifluimento di materiale negli scavi stessi al di sotto delle armature; in tali casi, verrà misurata e pagata a parte, secondo i prezzi di Elenco, la sola armatura effettuata al di sotto del fondo degli scavi. Nel caso in cui venisse ordinato il rinterro senza recupero di armature, le tavole, le travi ed i puntelli verranno misurati e compensati con prezzi determinati della Direzione dei Lavori, tenuto conto del deperimento, e comunque non superiori al 50% di quelli d'Elenco; non verrà invece riconosciuto alcun compenso per i cunei, i tasselli, le regge, le chioderie, ecc. Per gli scavi eseguiti in presenza d'acqua il cui livello stabile non si elevi oltre 20 cm sul fondo, nessuno speciale compenso e nessuna maggiorazione spetteranno all'Appaltatore sui prezzi stabiliti dall'Elenco per gli scavi all'asciutto — in base ai quali il lavoro verrà liquidato — salvo il noleggio delle pompe, nei casi in cui non fosse possibile e sufficiente procedere all'aggettamento con canali a scolo naturale o con drenaggi sottostanti le condutture.

Gli scavi saranno invece considerati come subacquei per tutte e sole quelle parti che ricadono oltre 20 cm al di sotto del livello costante a cui si stabiliscono le acque. Per tali porzioni degli scavi, saranno corrisposti all'Appaltatore, se previsti, quei prezzi d'Elenco per gli scavi che — oltre alle necessarie armature ed alle eventuali paratie e palancole remunerino anche tutti gli occorrenti aggettamenti ed esaurimenti d'acqua — con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

I rinterri ed i riempimenti saranno misurati come differenza fra il volume dello scavo e quello dei manufatti in esso eseguiti, senza tener conto del maggior volume dei materiali che l'Appaltatore dovesse impiegare, in relazione agli assestamenti del terreno, per garantire che il rinterro assume, alla fine, la sagoma prescritta.

Il prezzo dei rinterri comprende:

- nel caso vengano effettuati con materie già depositate al margine degli scavi, la loro ripresa;
- nel caso vengano effettuati con materie provenienti direttamente dagli scavi, il nolo di autocarro durante il caricamento, nonché il trasporto e lo scarico del materiale.

Tale prezzo comprende pure la vagliatura dei materiali da impiegarsi a contatto dei condotti, le occorrenti inaffiature ed il costipamento con mezzi idonei a strati di spessore non superiore a cm 30. Dovrà essere effettuato inoltre secondo quanto detto all'ENV 1046 e dovranno essere fatte, se il Direttore dei Lavori lo riterrà opportuno, le prove per testare la compattazione ed il materiale utilizzato.

## **Art. 62 Trasporti**

Saranno compensati, con i prezzi di Elenco, unicamente i trasporti dei materiali eccedenti i rinterri o che, su espressa richiesta della Direzione dei Lavori, non si ritengono idonei per il rinterro.

Il materiale da trasportare a scarica sarà valutato, ai soli fini del trasporto stesso, in misura pari al volume iniziale, non è prevista alcuna maggiorazione per tener conto dell'espansione che subiscono le terre a seguito dello scavo. Parimenti, il volume dei materiali trasportati a deposito intermedio prima di essere avviati ai rinterri sarà determinato per misura diretta una volta costipato in opera.

Qualora, su richiesta della Direzione dei Lavori, una parte dei materiali da trasportare a rifiuto sia stata previamente depositata lungo la sede dei lavori, verrà corrisposto all'Appaltatore il prezzo di trasporto appositamente previsto dall'Elenco, comprensivo dell'onere di caricamento sugli automezzi, e da applicarsi a volumi calcolati su cumuli regolarizzati come sopra; tali volumi dovranno essere sottratti a quello totale convenzionale, valutato come anzidetto sulla base delle dimensioni geometriche dei manufatti.

### **Art. 63 Sabbia, ghiaia e pietrisco**

Sabbia, ghiaia e pietrisco saranno misurati tanto con apposite casse di dimensioni fissate, fornite dall'Appaltatore, quanto in cumuli regolari di forma geometrica, o direttamente sugli autocarri, a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le forme da darsi ai cumuli sono quelle del tronco di piramide e del tronco di prisma la cui sezione verticale sia un triangolo o un trapezio.

### **Art. 64 Movimenti materiali e rinterri per posa tubazioni**

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, 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 loro volume effettivo misurato in opera. 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.

Per la valutazione dei movimenti di materiali per scavi e rinterri interessanti la costruzione delle condotte a pelo libero ed in pressione di forma circolare, si farà riferimento alle sezioni indicate nel progetto esecutivo.

Nel caso di imprevisti l'Impresa dovrà comunicare tempestivamente alla D.L. le diverse quote di posa e sezioni di scavo e a insindacabile giudizio della D.L. si computeranno le reali dimensioni di scavo.

Nei volumi dei rinterri dovranno essere sottratti i volumi delle tubazioni e dei pozzetti di ispezione e/o di frenata.

### **Art. 65 Tubazioni e pezzi speciali**

I condotti stradali saranno valutati misurandone la lunghezza sull'asse della tubazione, senza tener conto delle parti destinate a compenetrarsi e deducendo la lunghezza esterna delle camerette, dei manufatti e dei pezzi speciali.

I pezzi speciali vengono valutati per trasformazione in base ai rapporti tra il prezzo base di un metro lineare di tubo retto ed il prezzo del pezzo speciale di pari diametro riportati in elenco prezzi. Qualora il pezzo speciale abbia imboccature con diametri diversi, si considera il diametro maggiore.

Le camerette di ispezione e di immissione sia di cls prefabbricato che gettato in opera verranno valutate al m3 misurato vuoto per pieno o in base ai componenti impiegati e pagate con la relativa voce di elenco prezzi mentre i pozzetti stradali saranno valutati a numero.

I condotti ed i manufatti speciali per i quali non esistesse apposito prezzo di Elenco, saranno valutati a misura computando le quantità delle singole categorie di lavoro.

Nei prezzi della posa in opera delle condotte sono compresi, oltre tutti gli oneri generali e quelli particolari per la posa dei materiali di acquedotto in genere e per fognature, anche i seguenti: la posa in opera dei materiali occorrenti per le giunzioni, gli attrezzi idonei per la esecuzione delle giunzioni; le prove idrauliche sia sui giunti sia sulla condotta completa in opera.

In tali prezzi, oltre a tutti gli oneri generali e quelli particolari per la posa di materiali di acquedotto e di fognature richiamati, si intendono inclusi e compensati tutti gli oneri relativi all'impiego di opere provvisorie quali incastellature, controventature ecc., necessarie per la buona esecuzione dei lavori di montaggio e per le operazioni di manovra in sede di prova, alle prove di tenuta e di funzionamento nel numero richiesto, ed ogni altro onere e magistero.

Sui prezzi di posa in opera delle tubazioni, dei pezzi speciali, non verrà applicato alcun sovrapprezzo per la presenza di acqua, essendo questa maggiorazione considerata e compresa nelle opere di scavo.

### **Art. 66 Pozzetti in CIs**

I pozzetti di ispezione, di frenata, vertice e confluenza dovranno essere posati con le modalità previste nel progetto esecutivo.

In particolare dovranno essere posati in modo da garantire una giunzione in entrata in uscita omogenea con la giunzione delle tubazioni e tali da assorbire eventuali leggeri assestamenti differenziati senza che sia compromessa la tenuta idraulica della condotta.

La fornitura e posa in opera dei pozzetti prefabbricati in cls di ispezione, di frenata, vertice e confluenza verrà valutata con le relative voci di elenco prezzi.

### **Art. 67 Manufatti in ghisa ed opere metalliche**

I manufatti in ghisa, chiusini, caditoie, sifoni, opere metalliche saranno valutati con le relative voci di elenco prezzi. Ogni opera metallica per la quale sia previsto un prezzo a kg dovrà esser pesata, se possibile presso una pubblica pesa, prima della sua posa in opera, e ciò alla presenza della Direzione dei Lavori. In difetto, il peso sarà valutato, in sede di liquidazione, dalla Direzione dei Lavori e, qualora l'Appaltatore non intenda accettarlo, dovrà assumersi tutti gli oneri che siano necessari alla prescritta verifica diretta.

Nel prezzo delle opere in ferro non zincate sarà compresa la verniciatura con una mano di minio, da praticarsi nell'officina del fabbro.

I prezzi di queste opere si intendono sempre comprensivi di tutto quanto occorre per la loro posa in opera.

### **Art. 68 Pavimentazione stradale**

La pavimentazione stradale in misto granulometrico bitumato (binder) verrà valutata secondo la relativa voce di elenco prezzi.

### **Art. 69 Tappeto di usura**

Il tappeto di usura in conglomerato bituminoso verrà valutato con la relativa voce di elenco prezzi.

### **Art. 70 Pali**

I pali verranno valutati con la relativa voce di elenco prezzi.

### **Art. 71 Riempimento con misto granulare e cementato**

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

Per il misto cementato dovrà essere conforme a quanto previsto nel relativo elenco prezzi e il calcolo verrà eseguito a metro cubo compattato.

### **Art. 72 Calcestruzzi**

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. 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.

### **Art. 73 Conglomerato cementizio armato**

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.

I casseri saranno misurati in base all'effettiva superficie bagnata dal getto. Nel prezzo dei casseri si intendono compresi, oltre alla loro formazione e disfacimento, anche il consumo e lo spreco di tutti i materiali impiegati. 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.

Il prezzo del ferro comprende il trasporto, il taglio, la piegatura e la sagomatura prescritte, nonché la posa in opera con le opportune legature. Il ferro sarà valutato in base allo sviluppo risultante dai disegni esecutivi ed applicando i pesi teorici del "manuale Colombo". Il peso dei singoli ferri dove corrispondere al prescritto con una tolleranza del 3%; all'infuori di tale limite, se il peso è in deficienza, i ferri saranno scartati, se è in eccesso, non ne sarà computato l'importo corrispondente al maggior peso. Qualora per gli impasti dei calcestruzzi si richiedesse l'aggiunta di additivi, fluidificanti, idrofughi, ecc., l'Impresa non avrà diritto ad alcun particolare compenso oltre al pagamento del prodotto aggiunto, valutato al prezzo di fornitura a piè d'opera.

#### **Art. 74 Vespai**

Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto nelle norme sui modi di esecuzione. La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.

#### **Art. 75 Tinteggiature, coloriture e verniciature**

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, ecc.

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 in 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 al punto precedente;
- per le serrande in 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.

#### **Art. 76 Intonaci**

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.

#### **Art. 77 Lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati secondo quanto riportato nell'elenco prezzi unitari.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

## **Art. 78 Impianto elettrico**

L'impianto elettrico verrà valutato con la relativa voce di elenco prezzi.

## **Art. 79 Opere provvisionali**

1. Nell'esecuzione degli scavi, con particolare riferimento a quelli in trincea ove l'area a disposizione, specie in sede stradale, è limitata, e avuto riguardo della natura e della consistenza del terreno e della profondità, l'Impresa dovrà adottare l'impiego di idonee opere provvisionali per il sostegno degli scavi in conformità e nel rispetto di quanto previsto dal D.P.R. 27/04/1955 n. 547 "Norme prevenzione infortuni su/lavoro" D.Lgs 81/2008 e dal D.P.R. 07/01/1956 n. 164 "Norme prevenzione infortuni nelle costruzioni" dal D.P.R. 19/03/1956 n. 320 "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo" e di tutte le successive modificazioni ed integrazioni in materia.

2. In particolare l'Impresa dovrà eseguire un'adeguata protezione degli scavi, in funzione della profondità e della tipologia del terreno, prevedendo anche, dove necessario, l'impiego di box di blindaggio a cassa chiusa in modo particolare per gli scavi.

3. Tali opere, come previsto dall'art. 35 del D.P.R. 207/2010, non rientrano tra i documenti del progetto esecutivo e sono quindi a carico dell'Impresa come chiaramente indicato all'art. 5 del D.M. LL.PP. n.145/2000.

La valutazione avverrà con la relativa voce di elenco prezzi.

## **Art. 80 Prove di collaudo**

Terminate le opere dovranno essere effettuate le riprese televisive con telecamera di tutte le opere che il Direttore dei Lavori riterrà per riscontrare la regola d'arte dei suddetti lavori.

Se richiesto dalla Direzione dei Lavori saranno effettuate le prove su piastra per determinare la qualità dei rinterri in corrispondenza della massicciata stradale prima di effettuare le operazioni di bitumatura.

Ultimate le opere, la rete di fognatura, unitariamente o a tratti, dovranno essere sottoposti ad una prova idraulica d'impermeabilità, con pressione, durata e modalità di seguito indicate, a cura e spese dell'Appaltatore. La Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Le prove di tenuta dovranno essere fatte secondo la procedura descritta nelle normative UNI EN 1610 sulle condotte e sui pozzetti.

Gli oneri per l'esecuzione di detti collaudi, delle riprese televisive, sono a carico dell'Impresa poiché già compresi nei prezzi unitari delle lavorazioni.

Le opere realizzate dovranno essere conformi, ove applicabile, al contenuto del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 12 Dicembre 1985 (G.U. 14-3-1986, n. 61).

Nel caso delle condotte in pressione, UNI EN 12201, si faranno le prove di tenuta con manografo registratore alla pressione di prova = 1,5 della pressione di esercizio.

## **Art. 81 Disegni di rilievo**

1. Sono a carico dell'Appaltatore i disegni di rilievo piano-altimetrico effettuati con strumento topografico dei lavori eseguiti. Essi saranno predisposti sia su supporto magnetico in formato DWG che su supporto cartaceo e comprenderanno:

a) Una o più planimetrie in scale 1:100 e 1:500 sulle quali dovranno essere indicati:

- Il tracciato del condotto posato, quotato planimetricamente;
- La denominazione delle strade nelle quali il condotto è stato posato;
- La sezione del condotto;
- Le camerette d'ispezione quotate planimetricamente;
- Il senso ed il valore della pendenza nel caso delle fognature;
- Le quote altimetriche di fondo e di chiusino del condotto per le camerette che si trovano agli incroci con altre vie o aventi salti di fondo; in ogni caso almeno per una cameretta ogni cinque;

- Gli sghebbi d'immissione quotati planimetricamente;
  - La distanza del condotto dal filo dei fabbricati o da punti fissi, in modo che esso possa essere individuato anche con eventuali cambiamenti di direzione;
  - I condotti preesistenti che fossero stati eventualmente demoliti, opportunamente evidenziati.
- b) I disegni dei manufatti, in scala appropriata e precisamente:
- Una sezione trasversale per ogni tipo di condotto eseguito;
  - Pianta e sezioni di una cameretta tipo d'ispezione;
  - Piante e sezioni delle eventuali camerette d'ispezione con salti di fondo, degli eventuali sifoni e sottopassi e di ogni manufatto speciale in genere.
2. Su tutti i disegni dovranno essere indicati:
- Il titolo di progetto del lavoro eseguito;
  - Il tipo di condotto se prefabbricato o gettato in opera;
  - I capisaldi ai quali è stata riferita la quotazione altimetrica, che dovranno essere quelli di livellazione IGM.
3. Dovranno essere rilevate tutte le anomalie riscontrate e dovranno essere posati dei cartelli di riconoscimento (almeno ogni 100 m o in corrispondenza dei cambi di direzione) delle opere realizzate.
4. La consegna da parte dell'Appaltatore dei tipi che formano oggetto del presente articolo è condizione necessaria per il pagamento della liquidazione a saldo.

### **Art. 82 Noleggi**

1. Nei prezzi di noleggio si intendono sempre compresi e compensati: tutte le spese di carico, di trasporto e scarico sia all'inizio che al termine del nolo; lo sfido di impiego e di eventuale lavorazione dei materiali; l'usura ed il logorio dei macchinari, degli attrezzi e degli utensili; la fornitura di carburante, energia elettrica, lubrificante, accessori, attrezzi e quant'altro occorrente per l'installazione e il regolare funzionamento dei macchinari, tutte le spese e prestazioni per gli allacciamenti elettrici, per il trasporto e l'eventuale trasformazione dell'energia elettrica.
2. Tutti i macchinari, attrezzi e utensili dovranno essere dati sul posto di impiego in condizioni di perfetta efficienza; eventuali guasti od avarie che si verificassero durante il nolo dovranno essere prontamente riparati a cura e spese dell'Impresa, la quale, per tutto il periodo in cui i macchinari rimarranno inefficienti, non avrà diritto ad alcun compenso. Il prezzo dei noleggi rimarrà invariato, sia per prestazioni diurne sia notturne o festive.
3. La durata del nolo dei legnami sarà computata dal giorno della loro posa in opera al giorno in cui sarà ordinato il disfaccimento delle opere eseguite con il materiale noleggiato.
4. La durata del nolo dei ponteggi sarà computata per i giorni di effettiva utilizzabilità del ponteggio, esclusi quindi i tempi di montaggio e smontaggio.
5. La durata del nolo dei macchinari, pompe e attrezzature sarà valutata a partire dal momento in cui questi verranno dati sul posto d'impiego, pronti per l'uso, in condizioni di perfetta efficienza. Saranno compensate le sole ore di lavoro effettivo escludendo ogni perditempo per qualsiasi causa, e non sarà riconosciuto alcun compenso per il periodo d'inattività dei macchinari e per i periodi di riscaldamento, messa in pressione e portata a regime degli stessi.
6. La valutazione minima del servizio sarà tuttavia di:
  - 2 ore giornaliere per escavatori, ruspe, rulli compressori, motocarri, autocarri, autogrù, autobotti e mezzi d'opera semoventi in genere, che siano già disponibili in un qualunque punto del cantiere per essere, o esser stati, impiegati nell'esecuzione delle opere, sia a misura che in economia, oggetto dell'appalto;
  - 4 ore giornaliere per pompe, compressori, betoniere, organi e macchine ad installazione fissa in genere, nonché per tutte le macchine e i mezzi d'opera semoventi che siano disponibili in cantiere, nel senso sopra precisato.
7. Il compenso a corpo per l'approntamento delle pompe s'intende comprensivo, oltre che di tutti gli oneri sopra esposti, anche delle spese, forniture, prestazioni e opere occorrenti per l'installazione a regola d'arte delle pompe stesse, per l'allontanamento delle acque sollevate e per l'eventuale manutenzione di tutti gli accessori impiegati e delle opere eseguite, nonché per lo smontaggio dell'impianto a lavori ultimati.

8. Il compenso per permanenza inattiva delle pompe sarà corrisposto solo nei casi ordinati dalla Direzione dei Lavori e per ogni periodo di almeno 24 ore consecutive di inattività.