




IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
dott. ing. Giuseppe Andreani

# autostrada del brennero

LAVORI DI RINFORZO STRUTTURALE  
DELLE PILE DEI SOVRAPPASSI  
AUTOSTRADALI N. 42, N. 48, N. 51,  
N. 61, N. 109, N. 110, N. 117, N. 118,  
N. 120, N. 126, N. 127, N. 134

3.2

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
Parte Seconda – Prescrizioni tecniche

1	04-2020	REVISIONE PER VERIFICA	R. BORTOLOTTI	D. QUATTROCIOCCHI	C. COSTA
0	10-2018	EMISSIONE	R. BORTOLOTTI	D. QUATTROCIOCCHI	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA:			<div>SERVIZIO PROGETTAZIONE</div>	IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA:	
GIUGNO 2017					
NUMERO PROGETTO:					
09/17					



**Autostrada del Brennero SpA**  
**Brennerautobahn AG**

**LAVORI DI RINFORZO STRUTTURALE DELLE PILE DEI  
SOVRAPPASSI AUTOSTRADALI N. 42, N. 48, N. 51, N. 61,  
N. 109, N. 110, N. 117, N. 118, N. 120, N. 126, N. 127, N. 134**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

**PARTE SECONDA**

**Prescrizioni tecniche**

## S O M M A R I O

<b>PARTE SECONDA CAPITOLATO DI NORME E PRESCRIZIONI TECNICHE .....</b>	<b>7</b>
<b>Capo Primo - NORME E PRESCRIZIONI RIGUARDANTI L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E FORNITURE.....</b>	<b>7</b>
<b>ART. 1. AVVERTENZE GENERALI .....</b>	<b>7</b>
<b>ART. 2. MATERIALI E FORNITURE IN GENERE.....</b>	<b>8</b>
<b>ART. 3. NORME DI RIFERIMENTO PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....</b>	<b>9</b>
<b>ART. 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. MATERIALI ELEMENTARI .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1.1. Acqua per gli impasti .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1.2. Ghiaie, ghiaietti, pietrischi, pietrischetti, sabbie.....</b>	<b>9</b>
4.1.2.1. Requisiti per l'accettazione.....	9
4.1.2.2. Quadro normativo.....	9
4.1.2.3. Sabbia.....	10
<b>4.1.3. Cemento e calce .....</b>	<b>10</b>
4.1.3.1. Cementi.....	10
4.1.3.2. Calci.....	12
<b>4.1.4. Additivi e leganti additivati premiscelati per impasti cementizi.....</b>	<b>13</b>
4.1.4.1. Additivi fluidificanti, superfluidificanti, aeranti, ritardanti, acceleranti, antigelo, ed agenti espansivi per impasti cementizi.....	13
4.1.4.2. Leganti idraulici additivati premiscelati in stabilimento .....	14
<b>4.1.5. Materiali metallici .....</b>	<b>14</b>
4.1.5.1. Acciaio per barriere di sicurezza.....	14
4.1.5.2. Acciai per cemento armato.....	15
4.1.5.3. Acciai per cemento armato precompresso.....	17
4.1.5.4. Acciai per strutture in carpenteria metallica .....	18
4.1.5.5. Bulloneria per barriere di sicurezza.....	22
4.1.5.6. Lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.....	22
4.1.5.7. Acciai inossidabili.....	22
4.1.5.8. Acciaio per apparecchi d'appoggio e cerniere.....	22
<b>4.1.6. Vernici protettive .....</b>	<b>22</b>
4.1.6.1. Materiali elastomerici.....	22
4.1.6.2. Rivestimenti minerali a base di silicati.....	22
4.1.6.3. Vernice monocomponente a base di resine metacriliche in solvente.....	23
<b>4.1.7. Geotessuti .....</b>	<b>24</b>
4.1.7.1. Geotessile per terre rinforzate.....	24
<b>4.1.8. Geogriglie.....</b>	<b>24</b>
4.1.8.1. Geogriglie per conglomerati bituminosi.....	24
4.1.8.2. Geogriglie per rilevati .....	25
<b>4.1.9. Neoprene per apparecchi d'appoggio o coprigiunti.....</b>	<b>25</b>
4.1.9.1. Proprietà meccaniche originali dell'elastomero.....	26
4.1.9.2. Elasticità dell'appoggio.....	26
4.1.9.3. Proprietà alle basse temperature: .....	26
4.1.9.4. Invecchiamento artificiale in stufa.....	26
4.1.9.5. Altre prove di invecchiamento.....	26
4.1.9.6. Prove sull'acciaio: .....	26
4.1.9.7. Tolleranze dimensionali: .....	26
<b>4.1.10. Poliuretano espanso .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.11. Guaine impermeabilizzanti tipo "HYPALON":.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.12. Resine da iniezione.....</b>	<b>27</b>
4.1.12.1. Resina bicomponente da iniezione.....	27
4.1.12.2. Resina bicomponente da iniezione ad elevata capacità di rigonfiamento.....	28
<b>4.2. ALTRI MATERIALI .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.1. Calcestruzzi .....</b>	<b>28</b>
4.2.1.1. Classi di esposizione.....	28
4.2.1.2. Classi di consistenza.....	30
4.2.1.3. Classi di resistenza a compressione.....	30
4.2.1.4. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo .....	32
<b>4.2.2. Malte e calcestruzzi a ritiro compensato.....</b>	<b>33</b>
4.2.2.1. Betoncino premiscelato a ritiro compensato.....	33
4.2.2.2. Calcestruzzo "reoplastico" a ritiro compensato rinforzato con fibre in polipropilene o in poliacrilonitrile ed additivato con inibitori di corrosione a base organica.....	33
4.2.2.3. Calcestruzzo "reoplastico" fibrorinforzato ad alta duttilità e basso modulo elastico .....	34
<b>4.2.3. Malte cementizie predosate additivate con polimeri, rinforzate con fibre in poliacrilonitrile: caratteristiche tecniche:.....</b>	<b>34</b>

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

4.2.3.1.	Malte aventi modulo elastico a 28 giorni (E28) compreso tra 23000. N/mm <sup>2</sup> e 27000. N/mm <sup>2</sup> .....	34
4.2.3.2.	Malte aventi modulo elastico a 28 giorni (E28) compreso tra 14000. N/mm <sup>2</sup> e 18000. N/mm <sup>2</sup> .....	35
<b>4.2.4.</b>	<b>Malta cementizia premiscelata, solfatore resistente, a ritiro compensato, rinforzata con fibre in poliaccrilonitrile e additivata con inibitori di corrosione a base organica.</b> .....	<b>35</b>
<b>4.2.5.</b>	<b>Materiali epossidici</b> .....	<b>36</b>
4.2.5.1.	Pasta collante o stucco epossidico.....	36
4.2.5.2.	Adesivo strutturale epossidico .....	37
4.2.5.3.	Sistema epossidico bicomponente per iniezioni.....	38
4.2.5.4.	Malta a base di resine epossidiche.....	39
4.2.5.5.	Malta a base di resina epossipoliuretana .....	39
<b>4.2.6.</b>	<b>Conglomerati e malte polimeriche</b> .....	<b>40</b>
4.2.6.1.	Malta polimerica a basso modulo elastico.....	40
4.2.6.2.	Conglomerato polimerico.....	41
4.2.6.3.	Prodotto impregnante sintetico bicomponente a base acrilica .....	41
4.2.6.4.	Calcestruzzi impregnati con isobutiltrimetossisilano puro.....	41
<b>4.2.7.</b>	<b>Conglomerati bituminosi per strati di collegamento e di usura</b> .....	<b>42</b>
4.2.7.1.	Aggregati lapidei, cemento e calce.....	42
4.2.7.2.	ganti bituminosi.....	42
4.2.7.3.	Conglomerato bituminoso di recupero.....	42
4.2.7.4.	Additivi.....	43
4.2.7.5.	Emulsione bituminosa.....	43
4.2.7.6.	Conglomerati bituminosi additivati con resine epossidiche.....	44
4.2.7.7.	Massa bituminosa elastomerica "tampone" per giunti.....	44
<b>4.2.8.</b>	<b>Impermeabilizzazione di impalcati</b> .....	<b>44</b>
4.2.8.1.	Con mastici di asfalto sintetico, caratteristiche tecniche dei materiali:.....	44
4.2.8.2.	Con guaine bituminose armate con non tessuti in poliestere. ....	45
4.2.8.3.	Con membrana continua, applicata a spruzzo, costituita da un sistema elastomerico poliuretanico.....	45
4.2.8.4.	Con membrana continua, realizzata in opera, costituita da un manto bituminoso elastomerico. ....	46
<b>4.2.9.</b>	<b>Prefabbricati in calcestruzzo (pozzetti, cordonate, canalette, embrici, ecc.)</b> .....	<b>46</b>
<b>4.2.10.</b>	<b>Tubazioni e pezzi speciali</b> .....	<b>48</b>
4.2.10.1.	Generalità.....	48
4.2.10.2.	Controlli e verifiche.....	48
4.2.10.3.	Tubazioni in polietilene.....	48
4.2.10.4.	Tubazioni in P.V.C.....	50
4.2.10.5.	Tubazioni in acciaio (Norma UNI 10255/2007).....	51
4.2.10.6.	Tubazioni in acciaio inox.....	52
4.2.10.7.	Tubazioni, pezzi speciali e sistemi di giunzione .....	52
4.2.10.8.	Tubazioni – Posa in opera.....	54
4.2.10.9.	Tubazioni – Prova idraulica dei collettori di rete funzionanti a pelo libero ed a pressione.....	56
<b>4.2.11.</b>	<b>Pozzetti in PE alta densità</b> .....	<b>58</b>
4.2.11.1.	Prescrizioni.....	58
4.2.11.2.	Assemblaggio.....	59
4.2.11.3.	Posa in opera.....	59
4.2.11.4.	Marcatura.....	59
4.2.11.5.	Certificazioni.....	59
<b>4.2.12.</b>	<b>Chiusini in ghisa</b> .....	<b>60</b>
4.2.12.1.	Prescrizioni.....	60
4.2.12.2.	Modalità di posa.....	60
<b>4.2.13.</b>	<b>Impianto di disoleatura in continuo</b> .....	<b>60</b>
<b>4.2.14.</b>	<b>Ancoraggi chimici</b> .....	<b>61</b>
4.2.14.1.	Con resina bicomponente a base di uretano metacrilato:.....	61
4.2.14.2.	Con resina epossidica bicomponente:.....	62
4.2.14.3.	Resina bicomponente pura epossidica, caricata con ossidi ceramici.....	62
<b>4.2.15.</b>	<b>Apparecchi d'appoggio</b> .....	<b>62</b>
4.2.15.1.	Materiali per apparecchi d'appoggio in acciaio-teflon.....	62
4.2.15.2.	Rivestimento protettivo di apparecchi d'appoggio metallici.....	63
<b>4.2.16.</b>	<b>Giunti di dilatazione ed impermeabilità</b> .....	<b>63</b>
<b>4.2.17.</b>	<b>Laminati in poliestere</b> .....	<b>63</b>
<b>ART. 5. VERIFICHE IN CANTIERE SUI MATERIALI</b> .....		<b>64</b>
<b>5.1. CALCESTRUZZO E ACCIAIO D'ARMATURA</b> .....		<b>64</b>
<b>5.1.1. Premesse</b> .....		<b>64</b>
<b>5.1.2. Controllo di qualità del calcestruzzo</b> .....		<b>64</b>
5.1.2.1.	Elementi prefabbricati.....	64
5.1.2.2.	Calcestruzzo in opera.....	65
<b>5.1.3. Controllo di qualità dell'acciaio da cemento armato normale</b> .....		<b>67</b>
<b>5.1.4. Controllo di qualità delle reti in acciaio elettrosaldato</b> .....		<b>67</b>
<b>5.1.5. Controllo di qualità dell'acciaio da c.a.p.</b> .....		<b>68</b>

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

5.1.6. Controllo di qualità dell'acciaio (normale o Corten) da carpenteria .....	69
5.1.7. Controllo di qualità dell'acciaio inox .....	70
5.1.8. Controllo di qualità dell'acciaio Corten per sicurvia .....	70
5.1.9. Controllo di qualità dell'acciaio per bulloneria .....	71
5.1.10. Collaudo statico delle strutture in calcestruzzo armato e acciaio .....	71
5.1.10.1. Relazione a struttura ultimata .....	71
5.1.10.2. Collaudo statico .....	71
5.2. CALCESTRUZZO REOPLASTICO .....	72
5.2.1. Qualificazione .....	72
5.2.2. Controlli di accettazione .....	72
5.2.2.1. Premessa .....	72
5.2.2.2. Resistenza a rottura per compressione .....	72
5.2.2.3. Resistenza a rottura per flessione .....	72
5.2.2.4. Adesione al supporto per trazione diretta .....	73
5.2.2.5. Rapporto acqua/cemento .....	73
5.3. MALTA CEMENTIZIA ADDITIVATA CON POLIMERI .....	73
5.3.1. Qualificazione .....	73
5.3.2. Controlli di accettazione .....	73
5.3.2.1. Resistenza a rottura per compressione .....	73
5.3.2.2. Resistenza a rottura per flessione .....	74
5.3.2.3. Adesione al supporto per trazione diretta .....	74
5.3.2.4. Modulo di elasticità .....	74
5.4. CONGLOMERATI BITUMINOSI .....	75
<b>Capo Secondo - NORME PER LA ESECUZIONE DEI SINGOLI LAVORI</b> .....	77
<b>ART. 6. NORME DI ESECUZIONE DI TUTTI I LAVORI IN GENERALE</b> .....	77
<b>ART. 7. SCARIFICHE E DEMOLIZIONI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO</b> .....	77
<b>ART. 8. MOVIMENTI DI TERRE</b> .....	78
8.1. SCAVI E RIALZI IN GENERE .....	78
8.2. FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI .....	81
8.3. FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA .....	82
8.4. FORMAZIONE DEI RILEVATI .....	83
8.5. SCAVI DI SBANCAMENTO .....	85
8.6. SCAVI DI FONDAZIONE .....	85
8.7. PRECAUZIONI PER L'USO DELLE MINE .....	86
<b>ART. 9. DEMOLIZIONI</b> .....	87
<b>ART. 10. PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI CALCESTRUZZO DA RIPRISTINARE</b> .....	87
<b>ART. 11. CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI</b> .....	88
<b>ART. 12. MALTE CEMENTIZIE</b> .....	94
<b>ART. 13. CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE</b> 95	
<b>ART. 14. INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE CON BOIACCHE CEMENTIZIE</b> .....	96
<b>ART. 15. INIEZIONI CON SISTEMI EPOSSIDICI NELLE GUAINA DEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE DI STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO</b> .....	98
<b>ART. 16. CONGLOMERATI E MALTE POLIMERICHE</b> .....	99
<b>ART. 17. APPARECCHI DI APPOGGIO PER IMPALCATI</b> .....	100
<b>ART. 18. SOLLEVAMENTO DI IMPALCATI</b> .....	101
<b>ART. 19. BARRIERE DI SICUREZZA STRADALE IN ACCIAIO</b> .....	102
<b>ART. 20. STRUTTURE IN ACCIAIO</b> .....	103
20.1. GENERALITÀ' .....	103
20.2. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI .....	104
20.3. CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE .....	105
20.4. STOCCAGGIO .....	106
20.5. MONTAGGIO .....	106
20.6. CONTROLLI SULLE SALDATURE .....	107
20.7. PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO .....	108
<b>ART. 21. STRUTTURE IN ACCIAIO TIPO CORTEN</b> .....	109
<b>ART. 22. ZINCATURA E VERNICIATURA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO</b> .....	110
22.1. ZINCATURA .....	110
22.2. VERNICIATURA A POLVERE TERMOINDURENTE .....	110
22.3. VERNICIATURA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO .....	111
22.3.1. Generalità .....	111
22.3.2. Accettazione dei prodotti vernicianti .....	112
22.3.3. Preparazione delle superfici .....	112
22.3.4. Ciclo di verniciatura .....	113
22.3.4.1. Esecuzione in officina a lavorazione ultimata .....	113
22.3.4.2. Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio .....	113

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

22.3.5. Caratteristiche di resistenza del ciclo di verniciatura.....	114
22.4.VERNICIATURA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO CORTEN.....	115
ART. 23. GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN CANTIERE.....	115
23.1.NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	115
23.1.1. Normativa locale della Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige.....	116
23.1.2. Normativa locale della Provincia Autonoma di Trento.....	116
23.1.3. Normativa locale della Regione del Veneto.....	116
23.2.PREMESSE.....	116
23.3.MATERIALI PROVENIENTI DA DEMOLIZIONI DI CALCESTRUZZI ANCHE ARMATI.....	118
23.4.MATERIALI PROVENIENTI DA DEMOLIZIONI DI CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	118
23.5.MATERIALI DI SCARTO PROVENIENTI DALLA REALIZZAZIONE DI INTONACI E CONGLOMERATI CEMENTIZI O SIMILARI.....	118
23.6.MATERIALI DI SCARTO PROVENIENTI DALLA DEMOLIZIONE DI PARTI D'OPERA CON L'UTILIZZO DI RESINE SINTETICHE.....	118
23.7.MATERIALI DI SCARTO PROVENIENTI DALLA DEMOLIZIONE DI PARTI D'OPERA IN MATERIALI FERROSI.....	118
23.8.BATTERIE ESAUSTE.....	118
23.9.IMBALLAGGI.....	119
23.10.OLI USATI E FILTRI.....	119
23.11.ALTRI RIFIUTI.....	119
23.12.CASI PARTICOLARI.....	119
ART. 24. GESTIONE DEGLI APPROVVIGIONAMENTI IDRICI E DEI REFLUI IN CANTIERE.....	119
24.1.NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	119
24.1.1. Normativa statale.....	119
24.1.2. Normativa locale della Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige.....	119
24.1.3. Normativa locale della Provincia Autonoma di Trento.....	119
24.1.4. Normativa locale della Regione Emilia-Romagna.....	119
24.2.APPROVVIGIONAMENTO IDRICO.....	120
24.3.GESTIONE DEGLI SCARICHI.....	120
24.4.ASPETTI PARTICOLARI INERENTI LE ACQUE REFLUE DA IDRODEMOLIZIONE.....	120
24.5.ASPETTI PARTICOLARI INERENTI GLI SCARICHI DELLE ACQUE POMPATE NEL CORSO DI LAVORI DI INGEGNERIA CIVILE.....	121
<b>Capo Terzo - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI.....</b>	<b>122</b>
ART. 25. MISURAZIONI.....	122
ART. 26. PAVIMENTAZIONI.....	123
26.1.LAVORI PROPEDEUTICI.....	123
26.2.ACCERTAMENTO DELLO STATO DELLA CARREGGIATA.....	124
26.3.ELABORAZIONE DEI LIBRETTI DELLE PAVIMENTAZIONI.....	124
26.4.TRACCIAMENTO E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA.....	124
26.5.REDAZIONE DELLA CONTABILITA' DI CANTIERE.....	124
<b>Capo Quarto - PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE ....</b>	<b>126</b>
ART. 27. SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	126
27.1.PREMESSA.....	126
27.2.STANDARD GENERALI.....	126
27.2.1. Certificazione di qualità.....	126
27.3.CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI.....	127
27.3.1. 1° LIVELLO prodotti di tipo A APPLICAZIONI PROVVISORIE O PER ZONE POCO SOLLECITATE.....	127
27.3.2. 2° LIVELLO prodotti di tipo B APPLICAZIONI DI ROUTINE.....	128
27.3.3. 3° LIVELLO prodotti di tipo C APPLICAZIONI PARTICOLARI.....	128
27.4.STANDARD PRESTAZIONALI DEI MATERIALI.....	128
27.4.1. Colore.....	129
27.4.2. Visibilità notturna (in condizioni di asciutto).....	129
27.4.3. Resistenza al derapaggio (SRT).....	130
27.4.4. Tempo di essiccazione.....	130
27.5.TOLLERANZE.....	131
27.6.LAMINATI ELASTOPLASTICI.....	131
27.6.1. Posa in opera.....	131
27.7.IDROCANCELLAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA E PERMANENTE.....	132
27.8.ESECUZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	132
27.9.VITA FUNZIONALE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	133
27.10.MISURAZIONI.....	133
27.11.CONTROLLO DEGLI STANDARD PRESTAZIONALI DEI MATERIALI.....	134

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

<b>27.11.1. Controlli con strumentazione portatile in sito .....</b>	<b>134</b>
27.11.1.1. Colore.....	134
27.11.1.2. Visibilità notturna (in condizioni di asciutto).....	135
27.11.1.3. Resistenza al derapaggio.....	136
27.11.1.4. Controlli supplementari per la visibilità notturna.....	136
<b>27.11.2. Controlli con strumentazione ad alto rendimento .....</b>	<b>136</b>
27.11.2.1. Visibilità notturna (in condizioni di asciutto).....	136
27.11.2.2. Numero controlli.....	137
<b>27.12.PROVVEDIMENTI TECNICO AMMINISTRATIVI E PENALI .....</b>	<b>137</b>
<b>ART. 28. SEGNALETICA VERTICALE .....</b>	<b>138</b>
<b>28.1.CARATTERISTICHE GENERALI .....</b>	<b>138</b>
28.1.1. Visibilità dei segnali.....	138
28.1.2. Distanza dalla carreggiata.....	139
28.1.3. Altezza dalla pavimentazione .....	139
<b>28.2.CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI MATERIALI E INSTALLAZIONE DELLA SEGNALETICA .....</b>	<b>139</b>
28.2.1. GENERALITA' .....	139
28.2.2. Parti metalliche dei segnali.....	139
28.2.3. Rinforzo sul retro .....	140
28.2.4. Finitura dei segnali .....	140
28.2.5. Caratteristiche costruttive dei segnali .....	141
28.2.5.1. Sostegni a palo .....	141
28.2.5.2. Sostegni a portale.....	141
28.2.6. Fondazioni di supporti e/o portali .....	142
28.2.6.1. Fondazioni per sostegni a palo.....	142
28.2.6.2. Fondazioni per sostegni a portale .....	142
28.2.7. Rettifiche della segnaletica.....	143
28.2.8. Rimozione della segnaletica.....	143
<b>28.3.ILLUMINAZIONE DELLA SEGNALETICA VERTICALE.....</b>	<b>143</b>
<b>28.4.CERTIFICAZIONI E PROVE .....</b>	<b>143</b>
<b>28.5.VITA FUNZIONALE .....</b>	<b>144</b>
<b>28.6.MISURAZIONI .....</b>	<b>144</b>
<b>28.7.PROVVEDIMENTI TECNICO AMMINISTRATIVI E PENALI .....</b>	<b>144</b>

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### PREMESSA E DEFINIZIONI

Il Capitolato Speciale d'Appalto fa parte integrante del contratto nel quale sono riportate le norme dirette a regolare il rapporto tra stazione appaltante e impresa.

La Parte Prima contiene la descrizione delle lavorazioni e riporta tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche ad integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto esecutivo.

La presente Parte Seconda contiene la specificazione delle prescrizioni tecniche relative alle lavorazioni previste per l'appalto.

In particolare vengono illustrate in dettaglio le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione dei materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, in relazione alle caratteristiche degli interventi, l'ordine da tenersi nello svolgimento delle specifiche lavorazioni.

Ai fini del presente Capitolato Speciale d'Appalto si intende per:

- **Codice:** il Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, "Codice dei contratti pubblici";
- **Regolamento:** il D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, nelle parti rimaste in vigore in via transitoria ai sensi dell'art. 216 del D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50;
- **Capitolato Generale:** il Decreto del Ministero dei lavori pubblici 19 aprile 2000, n. 145.

Il Codice, il Regolamento ed il Capitolato Generale di cui sopra formano parte integrante e sostanziale a tutti gli effetti del presente Capitolato Speciale d'Appalto.



## **PARTE SECONDA**

### **CAPITOLATO DI NORME E PRESCRIZIONI TECNICHE**

#### **Capo Primo - NORME E PRESCRIZIONI RIGUARDANTI L'ACCETTAZIONE, L'IMPIEGO, LA QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI E FORNITURE**

##### **ART. 1. AVVERTENZE GENERALI**

I materiali e forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, di capitolato e degli altri atti contrattuali; dovranno essere delle migliori qualità e, nelle rispettive loro specie, dovranno risultare di precisa e corretta lavorazione.

In caso di contestazioni, le medesime dovranno essere comunicate al Responsabile del Procedimento il quale convocherà le parti entro quindici giorni dalla comunicazione al fine di esaminare in contraddittorio la questione e risolvere la controversia. L'Impresa sarà obbligata a uniformarsi alla decisione assunta dal Responsabile del Procedimento, fatto salvo il diritto per l'Impresa medesima di iscrivere riserva nel registro di contabilità in occasione della sottoscrizione.

Se le contestazioni riguardano fatti, il direttore dei lavori redige in contraddittorio con l'imprenditore un processo verbale delle circostanze contestate o, mancando questi, in presenza di due testimoni. In quest'ultimo caso copia del verbale è comunicata all'esecutore per le sue osservazioni, da presentarsi al direttore dei lavori nel termine di otto giorni dalla data del ricevimento. In mancanza di osservazioni nel termine, le risultanze del verbale si intendono definitivamente accettate.

L'esecutore, il suo rappresentante, oppure i testimoni firmano il processo verbale, che è inviato al responsabile del procedimento con le eventuali osservazioni dell'esecutore.

Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti, solo dopo esame e parere favorevole del Direttore dei Lavori, il quale ha piena facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultino conformi alle condizioni contrattuali; l'Impresa dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri idonei.

Qualora l'Impresa non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la Direzione dei Lavori con totale spesa a carico dell'Impresa, che resterà responsabile anche per qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'art. 18 del Capitolato Generale di Appalto per le opere di competenza del Ministero dei Lavori Pubblici.

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato da parte del Direttore dei Lavori, per ragioni di necessità o convenienza, l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione, confezionato se serve dall'Impresa, ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

## **AUTOSTRADA DEL BRENNERO**

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

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

### **ART. 2. MATERIALI E FORNITURE IN GENERE**

In ottemperanza alla direttiva 89/106/CEE dovranno essere utilizzati prodotti muniti di marcatura CE, cioè prodotti da costruzione conformi alle norme nazionali in cui sono state recepite le norme armonizzate europee o, in alternativa, nel caso in cui non esistano norme armonizzate, alle norme nazionali riconosciute dalla Commissione Europea a beneficiare della presunzione di conformità.

Tutti i materiali occorrenti per la costruzione delle opere provveranno da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura e rischio dell'impresa, la quale non potrà accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più corrispondenti ai requisiti prescritti oppure venissero a mancare ed essa fosse obbligata a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, depositi, ecc. in località diverse e a diverse distanze o da diverse provenienze; intendendosi che, anche in tali casi, resteranno invariati i prezzi stabiliti in Elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferissero alla qualità e dimensione dei singoli materiali.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della stazione appaltante, l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, nel caso in cui per contratto le espropriazioni siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

L'Impresa è obbligata a notificare alla Direzione Lavori, in tempo utile, e in ogni caso almeno quindici giorni dall'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Impresa, alle prove e verifiche che la Direzione dei Lavori reputasse necessarie prima di accettarli.

Lo stesso obbligo ha l'impresa nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o fra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della D.L., la quale per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà. A queste condizioni e purché i materiali corrispondano ai requisiti di seguito fissati, l'Impresa è libera di provvedere i materiali ove reputerà più opportuno.

I materiali potranno essere posti in opera solamente dopo essere stati accettati dal Direttore dei Lavori.

In correlazione a quanto prescritto nel presente Capitolato in merito alla qualità e le caratteristiche dei materiali e delle forniture in genere l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo a tutte le prove dei preliminari materiali e delle forniture da impiegarsi; tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori prove autorizzati per legge, o a quelli di fiducia indicati dalla Società Appaltante, saranno a carico dell'Impresa.

Per i campioni prelevati in corso d'opera l'Impresa ha l'obbligo di eseguire i campioni e di mantenerli in cantiere, nelle condizioni ottimali previste dalle norme specifiche, fino al prelevamento da parte del Laboratorio che eseguirà le prove con spesa a carico del Committente.

Gli addetti al Laboratorio come quelli dell'Ufficio di Direzione dei Lavori, dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti i cantieri, ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento o di posa dovranno agevolare le operazioni di prelievo. Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Impresa è tenuta a provvedere a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

Le prove sopradette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie e provenienza. L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonera l'impresa da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere i prescritti requisiti. Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, munendoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e del Responsabile del cantiere per conto dell'Impresa, al fine di garantirne l'autenticità.

L'accettazione dei materiali, che normalmente è definitiva dopo che i materiali sono posti in opera, non può mai pregiudicare il diritto del Direttore dei Lavori di rifiutare in qualsiasi tempo, anche se già posti in opera e fino a collaudo definitivo, i materiali che non corrispondessero ai requisiti ed alle caratteristiche contrattuali. I materiali di rifiuto, come sopra detto, devono essere allontanati dal cantiere entro il termine fissato dalla Legge a completa cura e spese dell'Impresa.

In caso di inadempienza vi provvederà la Direzione dei Lavori a totale spesa dell'Impresa.

**ART. 3.**

**NORME DI RIFERIMENTO PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto.

In assenza di nuove ed aggiornate norme, il Direttore dei Lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dalla Direzione dei Lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

**ART. 4.**

**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito indicati:

**4.1. MATERIALI ELEMENTARI**

**4.1.1. Acqua per gli impasti**

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, di materie terrose e non essere aggressiva e rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 1086 del 05.11.1971 (D.M. 14.02.1992, UNI EN 1008 e successivi aggiornamenti).

L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.

**4.1.2. Ghiaie, ghiaietti, pietrischi, pietrischetti, sabbie**

*4.1.2.1. Requisiti per l'accettazione*

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 o alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature, devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose.

Il pietrisco deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie polverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

*4.1.2.2. Quadro normativo*

Le normative che regolano i vari tipi di aggregati sono:

**UNI EN 12620** – *Aggregati per calcestruzzo;*

**UNI EN 13043** – *Aggregati per miscele bituminose;*

**UNI EN 13055** – *Aggregati leggeri per calcestruzzo e malta;*

**UNI EN 13139** – *Aggregati per malta;*

**UNI EN 13242** – *Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile;*

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### 4.1.2.3. Sabbia

La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, solfati ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio. La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e 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 con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive.

**Tabella 9.1 – Pezzature normali**

	<b>Trattenuto dal</b>	<b>Passante al</b>
Sabbia	setaccio 0,075 UNI 2332	Setaccio 2 UNI 2332

Le sabbie da impiegarsi nel confezionamento dei conglomerati cementizi devono corrispondere alle caratteristiche granulometriche stabilite dal R.D. 16 novembre 1939, n. 229.

Nelle sabbie per conglomerati è ammessa una percentuale massima del 10% di materiale trattenuto sul crivello 7,1, si veda UNI 2334 o sul setaccio 2, si veda UNI 2332-1, a seconda che si tratti di sabbia per conglomerati cementizi o di sabbia per conglomerati bituminosi; in ogni caso non si devono avere dimensioni inferiori a 0,05 mm.

Le sabbie possono essere naturali o di frantumazione, devono presentare una perdita per decantazione in acqua inferiore al 2%.

L'appaltatore non può impiegare sabbie di mare che non siano state preventivamente lavate a fondo con acqua dolce.

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego. Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito ad esami fatti eseguire da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave ed i risultati di tali indagini siano ritenute idonee dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai sili. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale ed in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi di prova riguardano l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

### 4.1.3. Cemento e calce

#### 4.1.3.1. Cementi

Dovranno essere impiegati esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (Legge 26 agosto 1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme UNI EN 197-1 ed UNI EN 197-2.

#### **CLASSIFICAZIONE DEI CEMENTI**

Ai sensi della legge 26 maggio 1965, n. 595, i cementi sono classificati in:

#### A Cementi normali e ad alta resistenza

- a) Portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

#### B Cemento alluminoso

#### C Cemento per sbarramenti di ritenuta

- a) Portland;
- b) pozzolanico;
- c) d'altoforno.

#### D Agglomeranti cementizi

- a) a lenta presa;
- b) a rapida presa.

#### **DEFINIZIONI**

I legami idraulici sopra nominati rispondono alle seguenti definizioni:

#### A) Cementi

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- a) Cemento portland – Per cemento portland si intende il prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidride dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.
- b) Cemento pozzolanico – Per cemento pozzolanico si intende la 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 anidride necessaria a regolarizzare il processo di idratazione.
- c) Cemento d'altoforno – per cemento d'altoforno si intende la miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di altoforno, con la quantità di gesso o di anidride necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

### *B) Cemento alluminoso*

Per cemento alluminoso s'intende il prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

### *C) Cementi per sbarramenti di ritenuta*

Per cementi per sbarramenti di ritenuta, la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con D.P.R. 1/11/1959 n°1363, si intendono quei cementi normali, di cui alla lettera A), i quali abbiano i particolare valori minimi di resistenza alla compressione prescritti dalle norme vigenti

### *D) 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 di cui alla lettera A). Per le resistenze minime ed i requisiti chimici degli agglomeranti cementizi si rinvia al D.M. vigente.

## **FORNITURA**

I cementi e gli agglomeranti cementizi in polvere debbono essere forniti:

- a) in sacchi sigillati;
- b) in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- c) alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati, essi dovranno essere del peso di 50 kg 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:

- a) la qualità del legante;
- b) lo stabilimento produttore;
- c) la quantità d'acqua per la malta normale;
- d) 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 debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono 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. La qualità potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e loro analisi.

## **ACCERTAMENTO DEI REQUISITI D'ACCETTAZIONE DEI CEMENTI**

Per l'accertamento dei requisiti d'accettazione dei cementi, degli agglomerati cementizi e della calci idrauliche in polvere, le prove debbono essere eseguite su materiale proveniente da un campione originario di almeno 50 kg di legante prelevato da dieci sacchi per ogni partita di mille sacchi o frazione. In caso di contestazione sull'omogeneità del prodotto, saranno prelevati in contraddittorio, e per ogni mille sacchi, altri due sacchi e sul campione prelevato da ciascuno di essi verranno ripetute le prove normali.

Qualora tutte le parti non siano presenti, la campionatura dovrà avvenire alla presenza di un notaio o di un ufficiale giudiziario.

Per le forniture di leganti alla rinfusa, la campionatura per le prove sarà effettuata all'atto della consegna, in contraddittorio fra le parti, mediante il prelievo di un campione medio in ragione di 10 kg per ogni 50 tonnellate o frazione.

Il campione per le prove sulle calci idrauliche naturali in zolle deve essere di 50 kg per ogni 10 tonnellate di calce, e deve essere preso con la pala da diversi punti del mucchio.

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

## MARCHIO DI CONFORMITÀ

L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- a) nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente del loro marchio o dei marchi di identificazione;
- b) ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- c) numero dell'attestato di conformità;
- d) descrizione del cemento;
- e) estremi del decreto.

Ogni altra dicitura è preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

**Tabella 1. – Requisiti meccanici e fisici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Classe	Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )				Tempo inizio presa min	Espansione Mm
	Resistenza iniziale		Resistenza normalizzata 28 giorni			
	2 giorni	7giorni				
32,5	–	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 60	≤ 10
32,5 R	> 10	–				
4,25	> 10	–	≥ 42,5	≤ 62,5		
4,25 R	> 20	–				
52,5	> 20	–	≥ 52,5	–	≥ 45	
52.5 R	> 30	–				

**Tabella 2. – Requisiti chimici dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà	Prova secondo	Tipo di cemento	Classe di resistenza	Requisiti
Perdita al fuoco	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Residuo insolubile	EN 196-2	CEM I – CEM III	Tutte le classi	≤ 5,0%
Solfati come (SO <sub>3</sub> )	EN 196-2	CEM I CEM II (2) CEM IV CEM V	32,5 32,5 R 42,5	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III (3)	Tutte le classi	
Cloruri	EN 196-21	Tutti i tipi (4)	Tutte le classi	≤ 0,10%
Pozzolanicità	EN 196-5	CEM IV	Tutte le classi	Esito positivo della prova

1) I requisiti sono espressi come percentuale in massa

2) Questa indicazione comprende i cementi tipo CEM II/A e CEM II/B, ivi compresi i cementi Portland composti contenenti solo un altro componente principale, per esempio II/A-S o II/B-V, salvo il tipo CEM II/B-T che può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>, per tutte le classi di resistenza

3) Il cemento tipo CEM III/C può contenere fino al 4,5% di SO<sub>3</sub>.

4) Il cemento tipo CEM III può contenere più dello 0,100% di cloruri ma in tal caso si dovrà dichiarare il contenuto effettivo in cloruri.

**Tabella 3. – Valori limite dei cementi (D.M. 12 luglio 1999, n. 314)**

Proprietà		Valori limite					
		Classe di resistenza					
		32,5	32,5R	42,5	42,5R	52,5	42,5R
Limite inferiore di resistenza (N/mm2)	2 giorni	–	8,0	8,0	18,0	18,0	28,0
	7 giorni	14,0	–	–	–	–	–
	28 giorni	30,0	30,0	40,0	40,0	50,0	50,0
Tempo di inizio presa – Limite inferiore (min)		45			40		
Stabilità (mm) – Limite superiore		11					
Contenuto di SO3 (%) Limite superiore	Tipo I Tipo II (1) Tipo IV Tipo V	4,0			4,5		
	Tipo III/A Tipo III/B	4,5					
	Tipo III/C	5,0					
	Contenuto di cloruri (%) – Limite superiore (2)		0,11				
Pozzolanicità		Positiva a 15 giorni					

(1) Il cemento tipo II/B può contenere fino al 5% di SO<sub>3</sub> per tutte le classi di resistenza

(2) Il cemento tipo III può contenere più dello 0,11% di cloruri, ma in tal caso deve essere dichiarato il contenuto reale di cloruri.

### 4.1.3.2. Calci

Le calci impiegate devono avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, (aggiornato alla G.U. 29 agosto 2000) recante norme per l'accettazione delle calci.

#### **4.1.4. Additivi e leganti additivati premiscelati per impasti cementizi**

##### **4.1.4.1. Additivi fluidificanti, superfluidificanti, aeranti, ritardanti, acceleranti, antigelo, ed agenti espansivi per impasti cementizi**

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo-superfluidificanti.

Per le modalità di controllo ed accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

Per quanto non specificato dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN 934 e UNI 10765.

I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato devono rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 14 settembre 2005, in particolare l'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi devono possedere le seguenti caratteristiche:

- essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento
- non contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo
- provocare la corrosione dei ferri d'armatura
- interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo, in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

#### **ADDITIVI ACCELERANTI**

Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento, in caso di prodotti che non contengono cloruri. Tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso, esso dovrà essere opportunamente diluito.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo le norme vigenti previste
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

#### **ADDITIVI RITARDANTI**

Gli additivi ritardanti sono da utilizzarsi per il trasporto del calcestruzzo in betoniera al fine di ritardarne l'indurimento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo le norme vigenti previste
- determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### **ADDITIVI ANTIGELO**

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra 0,5 e 2% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso, esso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme UNI 7109, UNI 7120 e UNI 7123.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo le norme vigenti previste.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

#### **ADDITIVI FLUIDIFICANTI E SUPERFLUIDIFICANTI**

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra 0,2 e 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, con riferimento alle norme – UNI EN 12350-5 e UNI 7122.

#### **ADDITIVI AERANTI**

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 0,005 e 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, con riferimento alle norme: UNI EN 12350-7, UNI 7087 e UNI 7122.

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura del calcestruzzo e non prima di 28 giorni.

## AGENTI ESPANSIVI

Gli agenti espansivi sono da utilizzarsi per aumentare il volume del calcestruzzo sia in fase plastica che indurito, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra 7 e 10% (ovvero come indicato dal fornitore) sul peso del cemento.

In generale per quanto non specificato si rimanda alle seguenti norme: UNI 8146, UNI 8147, UNI 8148, UNI 8149, UNI 7123.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego con riferimento al D.M. 9 gennaio 1996.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura del calcestruzzo e non prima di 28 giorni.

### 4.1.4.2. Leganti idraulici additivati premiscelati in stabilimento

Per la confezione di conglomerato cementizio di particolari caratteristiche - "reoplastici", a ritiro compensato, ecc. - potrà essere richiesto nella relativa voce di elenco prezzi l'impiego di legante già premiscelato a secco in stabilimento con tutti gli additivi necessari per dare le caratteristiche specificate nella suddetta voce di elenco. Legante ed additivi dovranno essere conformi a quanto già specificato ed essere dosati in quantità tali da conferire al conglomerato cementizio prodotto le caratteristiche tecniche richieste. Il legante premiscelato con gli additivi dovrà essere fornito in sacchi sui quali siano indicate chiaramente le caratteristiche ed il contenuto in peso di legante idraulico nonché le modalità d'impiego consigliate dalla ditta fornitrice.

### 4.1.5. Materiali metallici

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature e da qualsiasi altro difetto.

#### 4.1.5.1. Acciaio per barriere di sicurezza

L'acciaio utilizzato sarà acciaio autopassivante tipo "S355J0WP", oppure, a seconda delle indicazioni progettuali o della D.L., acciaio con  $f_{yk} \geq 275 \text{ N/mm}^2$ , zincato a caldo con un ricoprimento di zinco minimo pari a 300 gr/mq su ogni faccia sia esterna che interna dell'elemento.

Nel caso di acciaio autopassivante dovranno essere verificate le seguenti caratteristiche chimiche e meccaniche (UNI EN 10025-5):

### Composizione chimica all'analisi di colata (Prospetto 2)

Designazione		Metodo di deossidazione a)	C % max.	Si % max.	Mn %	P % b)	S % max. b)	N % max.	Aggiunta di elementi che fissano l'azoto c)	Cr %	Cu %	Altri
In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2											
S355J0WP	1.8945	FN	0,12	0,75	max. 1,0	0,06-0,15	0,035	0,009 g)	-	0,30-1,25	0,25-0,55	e)
a) FN = acciai effervescenti non ammessi; FF = acciaio interamente calmato. b) Per i prodotti lunghi, il tenore di P e S può essere maggiore dello 0,005%. c) Gli acciai devono contenere almeno uno dei seguenti elementi: Al totale ≥0,020%, Nb: 0,015-0,060%, V: 0,02-0,12%, Ti: 0,02-0,10%. Se questi elementi sono utilizzati in combinazione, almeno uno di loro deve essere presente con il tenore minimo indicato. e) Gli acciai possono presentare un tenore massimo di Ni pari allo 0,65%. g) Il valore massimo relativo all'azoto non trova applicazione se la composizione chimica comporta un tenore minimo totale di Al dello 0,020% oppure se sono presenti altri elementi che fissano l'azoto in quantità sufficienti. Gli elementi che fissano l'azoto devono essere indicati nel documento di controllo.												

### Composizione chimica all'analisi di prodotto (Prospetto 3)

Designazione		Metodo di deossidazione a)	C % max.	Si % max.	Mn %	P % b)	S % max. b)	N % max.	Aggiunta di elementi che fissano l'azoto c)	Cr %	Cu %	Altri
In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2											
S355J0WP	1.8945	FN	0,15	0,80	max. 1,1	0,05-0,16	0,040	0,010 g)	-	0,25-1,35	0,20-0,60	e)
a) FN = acciai effervescenti non ammessi; FF = acciaio interamente calmato. b) Per i prodotti lunghi, il tenore di P e S può essere maggiore dello 0,005%. c) Gli acciai devono contenere almeno uno dei seguenti elementi: Al totale ≥0,020%, Nb: 0,010-0,065%, V: 0,01-0,14%, Ti: 0,01-0,12%. Se questi elementi sono utilizzati in combinazione, almeno uno di loro deve essere presente con il tenore minimo indicato. e) Gli acciai possono presentare un tenore massimo di Ni pari allo 0,70%. g) Il valore massimo relativo all'azoto non trova applicazione se la composizione chimica comporta un tenore minimo totale di Al dello 0,020% oppure se sono presenti altri elementi che fissano l'azoto in quantità sufficienti. Gli elementi che fissano l'azoto devono essere indicati nel documento di controllo.												



# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

## Caratteristiche meccaniche a temperatura ambiente per prodotti lunghi e piani (Prospetto 4)

Designazione		Carico unitario minimo di snervamento $R_{eH}$ a) N/mm <sup>2</sup>					Resistenza a trazione $R_m$ a) N/mm <sup>2</sup>		Posizione dei provini a)	Allungamento percentuale minimo dopo rottura a) %					
In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2	Spessore nominale mm					Spessore nominale mm			$L_0 = 80$ mm Spessore nominale mm			$L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$ Spessore nominale mm		
		≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	<3	≥3 ≤100		>1,5 ≤2	>2 ≤2,5	>2,5 ≤3	≥3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤100
S355J0WP	1.8945	355	345 <sub>c)</sub>	-	-	-	510-680	470-630 <sub>c)</sub>	l t	16 14	17 15	18 16	22 <sub>c)</sub> 20	- -	- -

a) Per lamiere, nastri e larghi piatti di larghezze ≥600 mm, si applica la trasversale (t) alla direzione di laminazione. Per tutti gli altri prodotti, si applicano i valori per la direzione parallela (l) alla direzione di laminazione.

c) - per prodotti piani: applicabile fino a 12 mm.  
- per prodotti lunghi: applicabile fino a 40 mm.

## Caratteristiche meccaniche – Resilienza KV longitudinale per prodotti lunghi e piani (Prospetto 5)

Designazione		Temperatura °C	Resilienza minima a) J
In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2		
S355J0WP b)	1.8945	0	27
S355J2WP b)	1.8946	-20	27

a) Per spessori nominali ≤12 mm, vedere punto 7.3.2.1 della EN 10025-1:2004.  
b) I valori di resilienza devono essere concordati all'atto dell'ordine.

**Tolleranze di spessore:** saranno considerate in base alla Norma UNI EN 10051 (per laminati a caldo) e UNI EN 10219-2 per profilati. Gli spessori in ogni caso devono essere superiori o uguali a quelli nominali.

**Piegatura a freddo:** si raccomanda di usare i parametri esposti nella seguente tabella:

spess. (mm)	2-3	4	5	6	7	8	10	12
raggio (mm)	4	8	10	12	21	24	30	36

**Collaudi e documenti tecnici:** la qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'art. 20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le modalità previste dal D.M. 17 gennaio 2018.

### 4.1.5.2. Acciai per cemento armato

#### REQUISITI PRINCIPALI

Gli acciai per cemento armato dovranno essere conformi alla UNI EN 10080.

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili. Non si devono porre in opera armature ossidate, corrosive, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

Il D.M. 17 gennaio 2018 permette l'utilizzo di acciaio laminato a caldo, denominato B450C, e trafilato a freddo, denominato B450A, che deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

**Tabella 1. – Caratteristiche meccaniche**

Tipo di acciaio	B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ $f_{y\ nom} = 450$	≥ $f_{y\ nom} = 450$
Tensione caratteristica a carico massimo $f_{tk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ $f_{t\ nom} = 540$	≥ $f_{t\ nom} = 540$
$(f_t/f_y)_k$	≥ 1.15 < 1.35	≥ 1.05
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	≤ 1.25	≤ 1.25
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 7.5 %	≥ 2.5 %
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12$ mm	4 $\phi$	4 $\phi$
$12 \leq \phi \leq 16$	5 $\phi$	( $\phi \leq 10$ mm)
$16 < \phi \leq 25$	8 $\phi$	
$25 < \phi \leq 40$	10 $\phi$	

Si devono usare barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm (B450C) e tra 5 e 10 mm (B450A).

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali atte ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro Ø della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e -2.

## RETI E TRALICCI DI ACCIAIO ELETTROSALDATI

Le reti ed i tralicci devono avere fili elementari di diametro Ø compreso tra 6 e 16 mm (B450C) e tra 5 e 10 mm (B450A) e devono avere un'equidistanza delle barre non superiore a 330 mm.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 pari al 30% della forza di snervamento della barra di diametro maggiore.

**Tabella 2. – Peso delle reti elettrosaldate**

Diametr o Ø mm	Peso barra kg/m	Peso in una direzione Kg/m <sup>2</sup>								
		Interasse tondini in mm								
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,099	1,98	1,32	0,99	0,79	0,66	0,49	0,39	0,33	0,28
5	0,154	3,08	2,05	1,54	1,23	1,03	0,77	0,62	0,51	0,44
6	0,222	4,44	2,96	2,22	1,78	1,48	1,11	0,89	0,75	0,63
7	0,302	6,04	4,03	3,02	2,42	2,01	1,51	1,21	1,01	0,86
8	0,394	7,89	5,26	3,94	3,15	2,63	1,97	1,58	1,31	1,13
9	0,499	9,98	6,60	4,99	4,00	3,30	2,49	1,98	1,65	1,43
10	0,617	12,30	8,18	6,17	4,93	4,09	3,08	2,45	2,04	1,76
11	0,746	14,90	9,84	7,46	5,97	4,92	3,73	2,96	2,46	2,13
12	0,888	17,80	11,80	8,88	7,10	5,88	4,44	3,52	2,94	2,54

**Tabella 3. – Sezioni delle reti elettrosaldate**

Diametr o Ø mm	Sezione barra cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup> per metro								
		Barre portanti					Barre trasversali			
		50	75	100	125	150	200	250	300	350
4	0,126	2,52	1,68	1,26	1,01	0,84	0,63	0,50	0,42	0,36
5	0,196	3,93	2,62	1,96	1,57	1,31	0,98	0,79	0,65	0,56
6	0,283	5,65	3,77	2,83	2,30	1,88	1,41	1,13	0,94	0,81
7	0,385	7,69	5,13	3,85	3,00	2,56	1,92	1,54	1,28	1,10
8	0,502	10,05	6,70	5,02	4,00	3,35	2,51	2,01	1,67	1,43
9	0,635	12,70	8,45	6,35	5,10	4,23	3,18	2,54	2,12	1,81
10	0,785	15,70	10,50	7,85	6,30	5,22	3,92	3,14	2,61	2,24
11	0,947	18,90	12,60	9,47	7,60	6,31	4,74	3,79	3,15	2,71
12	1,130	22,60	15,10	11,30	9,10	7,53	5,65	4,52	3,76	3,23

## SALDABILITÀ

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nella tabella seguente, dove il calcolo del carbonio equivalente C<sub>eq</sub> è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli stessi espresso in percentuale.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

**Tabella 4. – Requisiti accettazione analisi chimiche**

Elementi	Massimo contenuto di elementi chimici in %		
		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C <sub>eq</sub>	0,52	0,50

### **ACCIAI INOSSIDABILI**

E' ammesso l'uso di acciai inossidabili purché le caratteristiche meccaniche siano conformi a quelle relative agli acciai normali, con l'avvertenza di sostituire al termine  $f_t$  il termine  $f_{7\%}$ , ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento  $A_{gt}=7\%$ .

La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio qualificato ed effettuate secondo specifici procedimenti di saldatura previsti dal produttore.

### **ACCIAI ZINCATI**

E' ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi a quelle relative agli acciai normali.

La qualificazione e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

#### *4.1.5.3. Acciai per cemento armato precompresso*

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati.

### **CARATTERISTICHE DIMENSIONALI**

Gli acciai per armature da precompressione sono generalmente forniti sotto forma di:

- *Filo*: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- *Barra*: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
- *Treccia*: gruppi di 2 e 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;
- *Trefolo*: gruppi di fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante.

Non è consentito l'uso di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).

I fili debbono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte dovrà essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla fabbricazione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

### **CARATTERISTICHE CHIMICHE, FISICHE E GEOMETRICHE**

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nella successiva tabella:

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura..... $f_{ptk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 1000	≥ 1570	≥ 1860	≥ 1820	≥ 1900
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua..... $f_{p(0.1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	-	≥ 1420	-	-	-
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale..... $f_{p(1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	-	-	≥ 1670	≥ 1620	≥ 1700
Tensione caratteristica di snervamento..... $f_{pyk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥ 800	-	-	-	-
Allungamento sotto carico massimo..... $A_{gt}$	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5	≥ 3,5

Per il modulo di elasticità si farà riferimento al catalogo del fornitore.

Le grandezze di seguito elencate devono formare oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione in originale) ed i corrispondenti valori garantiti figurare nel catalogo del produttore stesso:

$\phi$  (diametro), A (sezione),  $f_{ptk}$  (tensione di rottura),  $f_{p(0.1)k}$  (limite elastico allo 0.1%),  $f_{pyk}$  (tensione di snervamento),  $f_{p(1)k}$  (tensione corrispondente all'1%),  $A_{gt}$  (allungamento sotto carico massimo),  $E_p$  (modulo di elasticità),  $I$  ( ),  $\alpha$  (prova di piegamento a 180°), N (prova di piegamento alternato), L (resistenza a fatica), r (rilassamento a temperatura ordinaria).

## CADUTE DI TENSIONE PER RILASSAMENTO

In assenza di dati sperimentali afferenti al lotto considerato, la caduta di tensione per rilassamento a tempo infinito  $\Delta\sigma_{pr,\infty}$  ad una temperatura di 20°C e per una tensione iniziale  $\sigma_{pi} = 0.75 f_{ptk}$  può assumersi pari ai valori riportati nella seguente tabella.

Classe di armatura	$\Delta\sigma_{pr,\infty}/\sigma_{pi}$
Classe 1 – Trecce, filo o trefolo ordinario	0.21
Classe 2 – Trecce, filo o trefolo stabilizzato	0.05
Classe 3 – Barra laminata	0.10

### 4.1.5.4. Acciai per strutture in carpenteria metallica

#### GENERALITÀ

Le norme prevedono l'impiego degli acciai indicati nei successivi punti dei quali vengono precisate le caratteristiche.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli previsti purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle norme vigenti.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova saranno rispondenti alle prescrizioni delle norme:

**UNI EN ISO 377** - Acciaio e prodotti di acciaio - Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche.

**UNI ISO/TR 12735-2** - Prove meccaniche dei metalli. Simboli utilizzati e loro definizioni. Raccomandazioni per lo sviluppo dei simboli e delle definizioni.

**UNI EN ISO 6892-1** - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova a temperatura ambiente.

**UNI EN 10045-1** - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla UNI EN 1090.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
modulo di elasticità trasversale	$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \text{ N/mm}^2$
coefficiente di Poisson	$\nu = 0.3$
coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

## ACCIAIO LAMINATO

### Prodotti piani e lunghi

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere, devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norme EN 10025-1÷6 e devono essere in possesso di attestato di qualificazione.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le caratteristiche meccaniche e la composizione chimica di quelli usati più frequentemente:

### Caratteristiche meccaniche a temperatura ambiente per prodotti lunghi e piani

	Designazione			Carico unitario di snervamento N/mm <sup>2</sup>	Resistenza a trazione N/mm <sup>2</sup>	Allungamento percentuale a rottura %	Resilienza KV longitudinale	
	Tipo	In conformità a EN 10027-1	Norma	Spess. nominale ≤16 mm	Spess. nominale ≤100 mm (≥3 mm)	Spess. nominale ≤40 mm (≥3 mm)	Temperatura °C	Energia J
Acciaio da carpenteria	Fe360B	S235JR	UNI EN 10025-2	≥ 235	360-510	l ≥ 26	20	≥ 27
	Fe360C	S235J0				0 ≥ 27	0	≥ 27
	Fe360D	S235J2				t ≥ 24	-20	≥ 27
	Fe430B	S275JR		≥ 275	410-560	l ≥ 23	20	≥ 27
	Fe430C	S275J0				0 ≥ 27	0	≥ 27
	Fe430D	S275J2				t ≥ 21	-20	≥ 27
	Fe510B	S355JR		≥ 355	470-630	l ≥ 22	20	≥ 27
	Fe510C	S355J0				0 ≥ 27	0	≥ 27
	Fe510D	S355J2				t ≥ 20	-20	≥ 27
Acciaio inox	AISI 316L		UNI EN 10088-1÷3	≥ 200	450-700	35-40		
Acciaio Corten	Corten B (strutture)	S355J2G2W	UNI EN 10025-5	≥ 355	470-630	l ≥ 22 t ≥ 20	-20	≥ 27

### Composizione chimica all'analisi di colata

	Designazione		C	Si	Mn	P	S	N	Cu	Cr	Ni	Mo
	Tipo	In conformità a EN 10027-1	% max.	% max.	% max.	% max.	% max.	% max.	% max.	%	%	%
Acciaio da carpenteria	Fe360B	S235JR	0,17-0,20	-	1,40	0,035	0,035	0,012	0,55	-	-	-
	Fe360C	S235J0	0,17	-	1,40	0,030	0,030	0,012	0,55	-	-	-
	Fe360D	S235J2	0,17	-	1,40	0,025	0,025	-	0,55	-	-	-
	Fe430B	S275JR	0,21-0,22	-	1,50	0,035	0,035	0,012	0,55	-	-	-
	Fe430C	S275J0	0,18	-	1,50	0,030	0,030	0,012	0,55	-	-	-
	Fe430D	S275J2	0,18	-	1,50	0,025	0,025	-	0,55	-	-	-
	Fe510B	S355JR	0,24	0,55	1,60	0,035	0,035	0,012	0,55	-	-	-
	Fe510C	S355J0	0,20-0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	0,012	0,55	-	-	-
	Fe510D	S355J2	0,20-0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55	-	-	-
Acciaio Corten	Corten B (strutture)	S355J2G2W	0,16	0,50	0,50-1,50	0,030	0,030	-	0,25-0,55	0,40-0,80	-	-

### Composizione chimica all'analisi di prodotto

	Designazione		C	Si	Mn	P	S	N	Cu	Cr	Ni	Mo
	Tipo	In conformità a EN 10027-1	% max.	% max.	% max.	% max.	% max.	% max.	% max.	%	%	%
Acciaio da carpenteria	Fe360B	S235JR	0,19-0,23	-	1,50	0,045	0,045	0,014	0,60	-	-	-
	Fe360C	S235J0	0,19	-	1,50	0,040	0,040	0,014	0,60	-	-	-
	Fe360D	S235J2	0,19	-	1,50	0,035	0,035	-	0,60	-	-	-
	Fe430B	S275JR	0,24-0,25	-	1,60	0,045	0,045	0,014	0,60	-	-	-
	Fe430C	S275J0	0,21	-	1,60	0,040	0,040	0,014	0,60	-	-	-
	Fe430D	S275J2	0,21	-	1,60	0,035	0,035	-	0,60	-	-	-
	Fe510B	S355JR	0,27	0,60	1,70	0,045	0,045	0,014	0,60	-	-	-
	Fe510C	S355J0	0,23-0,24	0,60	1,70	0,040	0,040	0,014	0,60	-	-	-
	Fe510D	S355J2	0,23-0,24	0,60	1,70	0,035	0,035	-	0,60	-	-	-
Acciaio inox	AISI 316L		0,03	1,00	2,00	0,045	0,030	-	-	16,0-18,5	11,5-14,5	2,5-3,0
Acciaio Corten	Corten B (strutture)	S355J2G2W	0,19	0,55	0,45-1,60	0,035	0,035	-	0,20-0,60	0,35-0,85	-	-

**Tolleranze di spessore:** saranno considerate in base alla Norma UNI EN 10051.

**Piegatura a freddo:** si raccomanda di usare i parametri esposti nella seguente tabella:

spess. (mm)	2-3	4	5	6	7	8	10	12
raggio (mm)	4	8	10	12	21	24	30	36

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### Profilati cavi

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2, previsti nelle norme EN 10025-1÷6 e devono essere in possesso di attestato di qualificazione.

**Tabella 1. – Caratteristiche tecniche per i profilati cavi**

ACCIAIO	NORMA EUROPEA	TABELLE DI RIFERIMENTO
Profilati cavi finiti a caldo	EN 10210-1	Non legati: A1, A2, A3 A grano fine: B1, B2, B3
Profilati cavi saldati formati a freddo	EN 10219-1	A1, A2, A3 Materiale in partenza allo stato: Normalizzato: B1, B3, B4 Termomeccanico: B2, B3, B5

Le prove ed i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

### Controlli sui prodotti laminati

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni del D.M. 17/01/18, ed in particolare secondo il capitolo 11.3.4.11. dello stesso D.M. "Procedure di controllo su acciai da carpenteria".

### ACCIAIO PER STRUTTURE SALDATE

#### *Composizione chimica degli acciai*

Gli acciai da saldare con elettrodi rivestiti, oltre a soddisfare le condizioni indicate nel D.M. 17/01/18, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

#### *Fragilità alle basse temperature*

Per tutte le strutture viene prescritto che la temperatura minima alla quale deve essere garantita una resilienza KV di 27 J è pari a -20°C.

### SALDATURE

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo UNI EN ISO 4063. E' ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo UNI EN 287-1 da parte di un Ente terzo.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo UNI EN 1418.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa ed in zona termicamente alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere seguite le prescrizioni della UNI EN 1011 punti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la UNI EN ISO 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista.

L'entità ed il tipo dei controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal progettista ed eseguiti sotto la responsabilità del direttore dei lavori, che potrà integrarli ed estenderli in funzione dell'andamento dei lavori, ed accettati ed eventualmente integrati dal collaudatore.

Ai fini dei controlli non distruttivi si possono usare metodi di superficie (es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), ovvero metodi volumetrici (es. raggi X o gamma o ultrasuoni).

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare riferimento alle prescrizioni della UNI EN 12062.

Tutti gli operatori che eseguono il controllo dovranno essere qualificati secondo UNI EN 473 almeno di secondo livello.

### BULLONI E CHIODI

#### Bulloni

I bulloni normali, conformi per le caratteristiche dimensionali alle seguenti norme:

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

**UNI EN ISO 4016** – Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C

**UNI 5592** – Dadi esagonali normali. Filettatura metrica ISO a passo grosso e a passo fine. Categoria C.

devono appartenere alle sotto indicate classi delle UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nella seguente tabella.

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le caratteristiche meccaniche e la composizione chimica dell'acciaio per bulloneria dovranno soddisfare quanto previsto nelle tabelle riepilogative sotto riportate:

## Caratteristiche meccaniche a temperatura ambiente

Tipo	Designazione In conformità a EN 10027-1	Norma	Carico unitario di snervamento N/mm <sup>2</sup>	Carico unitario di rottura N/mm <sup>2</sup>	Allungamento a rottura %	Resilienza fino a -20°C J
Classe 6.8	ex C40/C50 oppure C21NiCd4	UNI EN ISO 898-1	≥ 480	≥ 600	≥ 8	≥ 30
Classe 8.8			≥ 640	≥ 800	≥ 12	≥ 30
Classe 9.8			≥ 720	≥ 900	≥ 10	≥ 25
Classe 10.9			≥ 900	≥ 1000	≥ 9	≥ 20

## Composizione chimica (analisi sul prodotto)

Tipo	Designazione In conformità a EN 10027-1	Norma	C % min.-max.	P % max.	S % max.	B % max.
Classe 6.8	ex C40/C50 oppure C21NiCd4	UNI EN ISO 898-1	0,55	0,050	0,060	0,003
Classe 8.8			0,25-0,55	0,035	0,035	0,003
Classe 9.8			0,25-0,55	0,035	0,035	0,003
Classe 10.9			0,25-0,55	0,035	0,035	0,003

La coppia di serraggio dovrà essere applicata in funzione della classe e del diametro del bullone secondo la seguente tabella (coppia di serraggio = T<sub>s</sub>, in N×m):

d (mm)	A <sub>res</sub> (mm <sup>2</sup> )	T <sub>s</sub> (N×m)				
		cl. 4.6	cl. 5.6	cl. 6.6	cl. 8.8	cl. 10.9
10	-	-	-	-	-	-
12	84	39	48	58	90	113
14	115	62	77	93	144	180
16	157	96	121	145	225	281
18	192	133	166	199	309	387
20	245	188	235	282	439	549
22	303	256	320	384	597	747
24	353	325	407	488	759	949
27	459	476	595	714	1110	1388
30	561	646	808	969	1508	1885

Per i sicurvia non è necessario rispettare le coppie di serraggio se non per gli elementi dove tale valore è espressamente previsto negli elaborati di progetto.

## Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni del seguente prospetto e devono essere associati come indicato nella tabella precedente.

Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

## Bulloni per giunzioni ad attrito

Elemento	Materiale	Riferimento
----------	-----------	-------------

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Viti	8.8 – 10.9 secondo <b>UNI EN ISO 898-1</b>	<b>UNI EN 14399-3 e -4</b>
Dadi	8 – 10 secondo <b>UNI EN 20898-2</b>	
Rosette	Acciaio C 50 <b>UNI EN 10083-2</b> temperato e rinvenuto HRC 32÷40	<b>UNI EN 14399-5 e -6</b>
Piastrine	Acciaio C 50 <b>UNI EN 10083-2</b> temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

### 4.1.5.5. Bulloneria per barriere di sicurezza

Bulloneria a testa tonda ed alta resistenza (classe 8.8) con rivestimento elettrolitico di zinco secondo UNI ISO 2081, nel rispetto delle dimensioni e delle norme richiamate nei disegni di progetto.

### Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI EN 10263-1÷5.

### 4.1.5.6. Lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.

Dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore minimo 2/10 mm.

### 4.1.5.7. Acciai inossidabili

Nell'ambito delle indicazioni generali è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

La composizione e le caratteristiche meccaniche dei vari tipi di acciaio impiegati devono corrispondere ai valori fissati dalle UNI EN 10088-1÷3.

### 4.1.5.8. Acciaio per apparecchi d'appoggio e cerniere

Dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 05.11.1971 n° 1086.

## 4.1.6. Vernici protettive

### 4.1.6.1. Materiali elastomerici

Per protezione delle superfici di conglomerato cementizio costituiti da: primer sintetico con catalizzatori flessostabilizzanti e da una mano di rivestimento impermeabile avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- peso specifico	1,3 sul prodotto miscelato
- residuo secco	65%
- allungamento a rottura	a +20°C 450% minimo a -10°C 250% minimo
- trasmissione di vapore acqueo (WVT secondo ASTM E 96 - 80)	0,040 mg, cmq, mm 24h
- infiammabilità	autoestinguente
- invecchiamento accelerato (2000 h weather-o-meter)	buono, opacizzazione superficiale
- temperatura di esercizio	da -35°C a +90°C
- nebbia salina (secondo ASTM 96 - 80 per 100 h)	non si devono riscontrare variazioni delle caratteristiche meccaniche

### 4.1.6.2. Rivestimenti minerali a base di silicati

Per protezione delle superfici di conglomerato cementizio. La soluzione chimica da applicare al calcestruzzo deve contenere esclusivamente prodotti inorganici a base di acido silicico, i quali, reagendo con i componenti del calcestruzzo, originano silicati di calcio ed ossidi di silicio, strutturalmente integrati nel calcestruzzo stesso.



## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Le prove di assorbimento d'acqua, eseguite secondo le Norme DIN 1048 su campioni di calcestruzzo tal quale e trattato con il rivestimento minerale, dopo 48 ore di esposizione a pressione di  $1 \text{ kg/cm}^2$  e 48 ore a  $3 \text{ kg/cm}^2$ , devono dimostrare una riduzione di almeno 5 volte dell'acqua assorbita dal campione trattato rispetto a quella assorbita dal campione tal quale.

### 4.1.6.3. Vernice monocomponente a base di resine metacriliche in solvente

Caratteristiche tecniche:

- peso specifico del prodotto tal quale (determinato secondo ASTM D1475):  
1,2-1,3 gr/cm<sup>3</sup>
- peso specifico medio del contenuto solido primer più tinta (determinato secondo ASTM D1963):  
1,5-1,6 gr/cm<sup>3</sup>
- contenuto solido del residuo secco (determinato secondo ASTM D1644):  
 $\geq 60\% \pm 5\%$
- viscosità media del primer (determinata secondo ASTM D2196):  $\leq 180 \text{ cP}$
- viscosità media della vernice (determinata secondo ASTM D2196):  $\leq 2000 \text{ cP}$
- permeabilità al vapore acqueo (determinata secondo UNI EN 7783):  $\leq 0,4$
- aderenza al cls (determinata mediante UNI EN 1542):  
 $\geq 1,5 \text{ MPa}$
- resistenza all'abrasione (determinata mediante "taber abraster", con mola tipo CS 10):  
dopo 1000 giri con carico di 1 kg  $\leq 150 \text{ mg}$
- permeabilità allo ione cloro (determinata mediante il metodo Tel):  
 $\leq 2,5 \text{ gr/m}^2 \text{ per } 24 \text{ ore}$
- resistenza all'irraggiamento UV (determinata mediante ASTM G53):  
elevata  
n° 20 cicli  
4 ore UV +60° C  
4 ore condensa +40° C  
Valutazione finale d'aspetto e prova di adesione al cls (ASTM D4541) senza significative variazioni rispetto ai campioni non sottoposti alla prova.
- permeabilità all'acqua (determinata mediante UNI EN 1062-3):  
 $\leq 0,01 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-0,5}$
- resistenza agli agenti atmosferici.

Il rivestimento applicato secondo le modalità prescritte dalla casa produttrice su un supporto in calcestruzzo, del tipo specificato in precedenza, verrà sottoposto ad invecchiamento artificiale. Dopo l'esposizione il rivestimento non dovrà presentare formazione di microfessure, sfarinamento o affioramento di pigmenti o cariche. Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo della seguente composizione:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	40 H	60 C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80 H	10 C
Gelo (dopo lavaggio in acqua per eliminare il CaCl <sub>2</sub> )	80 H	-15 C
Radiazione ultravioletta	40 H	60 C
Camera all'ozono	40 H	25 C
Gelo	40 H	-15 C
Radiazione ultravioletta	40 H	60 C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> e CaSO <sub>4</sub> al 0,2%	80 H	10 C

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, le caratteristiche tecniche della vernice sopra riportate potranno subire un peggioramento non superiore al 10%.

- permeabilità al biossido di carbonio (determinata secondo UNI EN 1062-6):  
>= 200 m

### 4.1.7. Geotessuti

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);
- non tessuti: 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 non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Sono caratterizzati da:
  - filamento continuo (o da fiocco);
  - trattamento legante meccanico (o chimico o termico);

Il soddisfacimento delle prescrizioni s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI vigente e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Le caratteristiche dei geotessili ed i metodi appropriati per determinare tali caratteristiche sono descritte nella seguenti normative:

- UNI EN 13249** - per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico;
- UNI EN 13251** - per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno;
- UNI EN 13256** - per l'impiego nella costruzione di gallerie e di strutture in sotterraneo.

#### 4.1.7.1. Geotessile per terre rinforzate

Teli di armatura in geotessile non tessuto a filo continuo agugliato, costituito al 100% da fibre in polipropilene a filamenti continui in materiale vergine (non riciclato), coesionati mediante agugliatura meccanica, anche con eventuale rete di rinforzo biassiale; per il geotessile dovranno essere certificate le seguenti caratteristiche:

- MASSA AREICA (norma UNI EN 965)  $\geq 400 \text{ g/m}^2$ ;
- RESISTENZA A TRAZIONE longitudinale (norma UNI EN ISO 10319)  $\geq 50 \text{ kN/m}$ ;
- RESISTENZA A TRAZIONE trasversale (norma UNI EN ISO 10319)  $\geq 18 \text{ kN/m}$ ;
- ALLUNGAMENTO SOTTO CARICO DI ESERCIZIO (CREEP) (norma UNI EN ISO 10319)  $\leq 8\%$  in qualunque direzione;
- ALLUNGAMENTO A ROTTURA (norma UNI EN ISO 10319) fra 40% e 60% in qualunque direzione;
- RESISTENZA AL PUNZONAMENTO STATICO CBR (norma UNI EN ISO 12236)  $\geq 3,5 \text{ kN}$ ;
- PERMEABILITÀ PARALLELA AL PIANO (radiale) (norma UNI 8279/13 o DIN 53937-1-E)  $\geq 0,025 \text{ cm/sec} \pm 10\%$  con pressione di 20 KPa;
- TRASMISSIVITÀ (norma UNI 8279/13 o DIN 53937-1-E)  $\geq 0,07 \text{ cm}^2/\text{sec} \pm 10\%$  con pressione di 20 KPa;
- IMPUTRESCIBILITÀ (norma UNI EN 12225);
- ATOSSICITÀ;

### 4.1.8. Geogriglie

#### 4.1.8.1. Geogriglie per conglomerati bituminosi

Le geogriglie bi-orientata in poliestere per il rinforzo di strutture in conglomerato bituminoso, avrà le seguenti caratteristiche:

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- a) Struttura: geogriglia bi-orientata
  - b) Tipo di polimero: poliestere ad alta tenacità (100%) protetto con copertura polimerica in etilenvinilacetato (EVA)
  - c) Dimensione aperture longitudinali e trasversali: 30/40 mm
  - d) Massa areica: > 200 g/m<sup>2</sup> (UNI EN ISO 965)
  - e) Resistenza a trazione longitudinale e trasversale: > 50 kN/m
  - f) Allungamento a snervamento longitudinale e trasversale: < 12%
  - g) Resistenza a trazione long. e trasv. al 2% di allungamento: > 10 kN/m
  - h) Resistenza a trazione long. e trasv. al 5% di allungamento: > 20 kN/m
  - i) Resistenza a trazione delle giunzioni: > 25 kN/m
  - l) Sovrapposizione teli: > 20 cm
  - m) Temperatura di fusione: > 200°C
- Le prove di resistenza a trazione e allungamento saranno eseguite secondo la norma UNI EN ISO 10319.

La geogriglia dovrà essere prodotta per estrusione in continuo e successiva stiratura bidirezionale, in modo da ottenere una struttura piana monolitica con aperture regolari di forma rettangolare, con le giunzioni tra i due ordini di file ottenute per estrusione e stiratura e non con sovrapposizioni o saldature successive.

### 4.1.8.2. Geogriglie per rilevati

Fornitura e stesa di geogriglia costituita da un nucleo di filamenti di poliestere ad alta tenacità densamente raggruppati, paralleli e perfettamente allineati, racchiusi in una guaina protettiva di resina annegati in una massa di polietilene a forma di nastro di larghezza compresa tra i 24 ed i 33 mm. La griglia sarà costituita dalla saldatura di nastri costituiti secondo le caratteristiche suddette, aventi resistenza longitudinale e trasversale variabile, con maglia vuota di dimensioni cm ...①... . Il geocomposito dovrà essere completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nel terreno alle normali concentrazioni, inalterabili da insetti, muffe e microrganismi, stabilizzato ai raggi UV. Il materiale, di cui saranno note le curve sforzo/deformazione nel tempo sino ai 120 anni, sarà certificato secondo le norme ISO-EN 9001:2000 e dal BBA per applicazioni di rinforzo delle terre in scarpate a forte inclinazione. Le caratteristiche minime di seguito riportate dovranno essere certificate dal produttore:

- coefficiente di danneggiamento installazione per materiale granulare di diametro pari a 125 mm non superiore a...②...
- resistenza a trazione trasversale kN/m ...③...
- resistenza a trazione longitudinale kN/m ...④...
- resistenza a trazione singolo nastro longitudinale kN ...⑤...
- allungamento a rottura nelle due direzioni ≤ 12%
- allungamento max sulla curva dei 120 anni al 40% del NBL <5%
- massa areica minima g/mq ...⑥...

Il materiale sarà fornito, imballato, in rotoli di minimo 3.90 metri di larghezza. Il fornitore, se in certificazione di qualità ISO-EN 9001:2000 come distributore di geosintetici, dovrà produrre per la DL una certificazione delle caratteristiche suddette dichiarando, inoltre, il nome del produttore, il luogo di destinazione delle merci, la ditta esecutrice dei lavori e le quantità fornite. In caso di azienda fornitrice non certificata ISO-EN 9001:2000 a tale scopo, le caratteristiche suddette saranno testate in laboratorio qualificato con minimo una prova per ogni caratteristica da certificare, per ogni lotto di materiale consegnato, oppure certificate dal produttore stesso allegando copia della sua certificazione di qualità ISO-EN 9001:2000.

Dal fornitore della geogriglia dovrà essere rilasciata una certificazione che il prodotto fornito risulta coperto da polizza assicurativa prodotto per danni contro terzi e per danno da inquinamento accidentale con massimali non inferiori rispettivamente a 2.5 milioni di Euro.

Il materiale sarà steso manualmente avendo cura di evitare la formazione di ondulazioni o grinze e sovrapponendo i teli contigui per una larghezza pari ad almeno una maglia.

PARAGRID	30/15	50/15	80/15	100/15	150/15	200/15	50/50	100/100
①	20x5	20x5	20x5	20x5	19x5	19 x 5	5x5	5x5
②	1,15	1,12	1,12	1,10	1,10	1,10	1,12	1,12
③	15	15	15	15	15	15	50	100
④	30	50	80	100	150	200	50	100
⑤	2,25	3,75	6,0	7,5	11,25	15,0	3,75	7,5
⑥	330	360	430	490	620	760	560	820

### 4.1.9. Neoprene per apparecchi d'appoggio o coprigiunti

Dovranno avere le seguenti caratteristiche tecniche:

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

## 4.1.9.1. Proprietà meccaniche originali dell'elastomero:

- durezza Shore (gradi Shore A)	(CNR 10018/98)	= $50 \pm 3$
- resistenza a trazione (Mpa)	(CNR 10018/98)	$\geq 15,5$
- allungamento a rottura (%)	(CNR 10018/98)	$\geq 450$

## 4.1.9.2. Elasticità dell'appoggio:

- modulo di elasticità (statico) a compressione -2% defor. (Mpa)	(ASTM D-945-87)	= $5,7 \pm 0,5$
- modulo di elasticità (statico) a compressione -5% defor. (Mpa)	(ASTM D-945-87)	= $4,8 \pm 0,5$
- deformazione ai carichi d'esercizio delta H (mm)	(CNR 10018/98)	= delta H teor. +20%
- modulo di elasticità tangenziale le "G" a 20°C (Mpa)	(CNR 10018/98)	= $0,7 \pm 0,1$

## 4.1.9.3. Proprietà alle basse temperature:

- punto di infragilimento (°C)	(UNI 7320)	$\leq -45$
- elasticità Shore A - 45°C (unità Shore)		$\geq 20$
- variazione modulo "G" a -35°C (%)		$\leq 90$

## 4.1.9.4. Invecchiamento artificiale in stufa:

- variazione di durezza (gradi Shore A) 28 gg. / 70°C	(ASTM D-573)	$\leq +3$
- variazione carico di rottura a trazione (%) 28 gg. / 70°C	(ASTM D-573)	$\leq \pm 15$
- variazione allungamento a rottura (%) 28 gg. / 70°C	(ASTM D-573)	$\leq -15$
- variazione di durezza (gradi Shore A) 70 h / 100°C	(ASTM D-573)	$\leq +10$
- variazione carico di rottura a trazione (%) 70 h / 100°C	(ASTM D-573)	$\leq \pm 15$
- variazione allungamento a rottura (%) 70 h / 100°C	(ASTM D-573)	$\leq -15$

## 4.1.9.5. Altre prove di invecchiamento:

- compression set -50% defor. -22 h -70°C (DPAC %)	(ASTM D-395 "B")	$\leq 15$
- compression set -50% defor. -70 h -100°C (DPAC %)	(ASTM D-395 "B")	$\leq 45$
- carico di lacerazione (kg/cm di spessore)	(ASTM D-624-Provv.C)	$\geq 30$
- prova in bomb. ad ossigeno (21 kg/cm <sup>2</sup> -70°C -96 h)	(Capitolato FF.SS.)	
- variazione di durezza (gradi Shore A)	(Capitolato FF.SS.)	$\leq +10$
- variazione carico di rottura a trazione (%)	(Capitolato FF.SS.)	$\leq +15$
- variazione allungamento a rottura (%)	(Capitolato FF.SS.)	$\leq -15$
- ozono test (5-10 <sup>-5</sup> % in aria in volume -20% defor. -40 C - 500 h)	(CNR 10018/98)	nessuna incrin.

## 4.1.9.6. Prove sull'acciaio:

- carico di snervamento ( N/mm <sup>2</sup> )	(UNI EN 10002/1)	$\geq 240$
- carico di rottura ( N/mm <sup>2</sup> )	(UNI EN 10002/1)	$\geq 420$
- allungamento a rottura (%)	(UNI EN 10002/1)	$\geq 23$

## 4.1.9.7. Tolleranze dimensionali:

- sulla dimensione a (mm)	(CNR 10018/98)	= -0+5
---------------------------	----------------	--------

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- sulla dimensione b (mm)	(CNR 10018/98)	= -0+5
- sullo spessore del singolo strato di gomma S (mm)	(CNR 10018/98)	= 0,3
- sullo spessore totale h (mm)	(CNR 10018/98)	±(0,5-1,1)

### 4.1.10. Poliuretano espanso

A cellule hiuse per isolamento termico; caratteristiche tecniche del polimero:

- densità media	>= 30 kg/mc
- celle chiuse	>= 90%
- resistenza a compressione: senso parallelo alla crescita	>= 0,20 MPa
senso perpendicolare alla crescita	>= 0,12 MPa
- stabilità dimensionale: (variazione lineare %)	
dopo 24 h a +100°C	<= +1,5%
dopo 24 h a -20°C	<= -1,0%
- conducibilità termica	<= 0,020 kcal/m h °C
- resistenza all'infiammabilità	autoestinguente

### 4.1.11. Guaine impermeabilizzanti tipo "HYPALON":

- spessore minimo (UNI 8898/3)	1,5 mm
- massa volumica	1,35-1,50 g/cm <sup>3</sup>
- durezza (UNI EN ISO 868)	>= 85-90 Shore A
- carico di rottura (UNI 6065)	>= 80 kg/cm <sup>2</sup>
- allungamento al carico di rottura (UNI EN ISO 1421)	>= 400%
- resistenza alla lacerazione (ISO 4674 / Metodo A <sub>2</sub> )	>= 80
- resistenza al punzonamento statico (UNI EN 12730)	classe P <sub>s4</sub>
- resistenza al punzonamento dinamico (UNI EN 12391)	classe P <sub>d4</sub>
- coefficiente di dilatazione termica lineare valore massimo (UNI 8202/20)	<= 2,2x10 <sup>-4</sup> °C <sup>-1</sup>
- flessibilità a freddo (UNI 6202/15)	<= -35 °C
- impermeabilità all'acqua (UNI 6202/21 - 6 h/0,5 MPa)	nessuna perdita all'acqua
- resistenza all'ozono (UNI 6067)	classe 0

### 4.1.12. Resine da iniezione

#### 4.1.12.1. Resina bicomponente da iniezione

Per la sigillatura di strutture sotterranee a contatto con il terreno; caratteristiche tecniche:

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- peso specifico UNI 7092  $1.0 \div 1.1 \text{ kg/dm}^3$
- viscosità a 23°C  $< 10 \text{ mPa s}$  (23°C, Brookfield, spindle I/60 rpm)
- tempo di inizio polimerizzazione: 3÷10 minuti a 23°C in funzione dell'indurente e dell'attivatore aggiunti
- pH  $> 7.0$
- permeabilità al vapore acqueo  $20 \div 30 \text{ g d}^{-1} \text{ m}^{-2}$  o  $13 \div 14 \cdot 10^{-9} \text{ d cm}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$
- punto di solidificazione  $< -15^\circ \text{C}$
- comportamento in presenza d'acqua: l'eventuale presenza d'acqua non dovrà costituire impedimento alla polimerizzazione della miscela;

### 4.1.12.2. Resina bicomponente da iniezione ad elevata capacità di rigonfiamento

Per la sigillatura di strutture sotterranee a contatto con il terreno; caratteristiche tecniche:

- peso specifico UNI 7092  $1.0 \div 1.2 \text{ kg/dm}^3$
- viscosità a 23°C  $< 20 \text{ mPa s}$  (23°C, Brookfield, spindle I/60 rpm)
- tempo di inizio polimerizzazione: 0.5÷5 minuti a 23°C in funzione dell'indurente e dell'attivatore aggiunti
- pH  $> 7.0$
- punto di solidificazione  $< -50^\circ \text{C}$
- capacità di rigonfiamento iniziale superiore a 80% di acqua nel gel
- comportamento in presenza d'acqua: l'eventuale presenza d'acqua non dovrà costituire impedimento alla polimerizzazione della miscela;

## 4.2. ALTRI MATERIALI

### 4.2.1. Calcestruzzi

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 pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

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.

Norme di riferimento:

**UNI EN 206-1** Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

**UNI 11104** Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari.

#### 4.2.1.1. Classi di esposizione

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: Nota Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.		

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia.
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2.
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue: Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>		
Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine
Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b>		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con	Strade e impalcati da ponte esposti

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

	agente antigelo oppure acqua di mare	agli agenti antigelo  Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
<b>6 Attacco chimico</b>		
<p>Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.</p> <p>Nota Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- al di fuori dei limiti del prospetto 2;</li> <li>- in presenza di altri aggressivi chimici;</li> <li>- in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche;</li> <li>- in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.</li> </ul>		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

## 4.2.1.2. Classi di consistenza

### Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5	≥220

### Classi di compattabilità

Classe	Indice di compattabilità
C0 <sub>1</sub> )	≥1,46
C1	da 1,45 a 1,26
C2	da 1,25 a 1,11
C3	da 1,10 a 1,04

### Classi Vêbé

Classe	Tempo Vêbé in secondi
V0	≥31
V1	da 30 a 21
V2	da 20 a 11
V3	da 10 a 6
V4	da 5 a 3

### Classi di spandimento

Classe	Diametro spandimento
F1 <sub>1</sub> )	≤340
F2	da 350 a 410
F3	da 420 a 480
F4	da 490 a 550
F5	da 560 a 620
F6 <sub>1</sub> )	≥630

## 4.2.1.3. Classi di resistenza a compressione

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck,cyl}$ N/mm <sup>2</sup>	Resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck,cube}$ N/mm <sup>2</sup>
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25



## **AUTOSTRADA DEL BRENNERO**

**SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO**

C25/30	25	30
C28/35	28	35
C30/37	30	37
C32/40	32	40
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

# AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

## 4.2.1.4. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60		0,55	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50		0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza*)	C12/15	C25/30		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45		C28/35	C32/40	C35/45	32/40	25/30		28/35	28/35	32/40	35/45
Minimo contenuto in cemento (kg/m³)	-	300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													3,0a)					
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfatib)		
*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi. a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione. b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.																		

#### **4.2.2. Malte e calcestruzzi a ritiro compensato**

##### **4.2.2.1. Betoncino premiscelato a ritiro compensato**

Espansione contrastata (UNI 8147) non inferiore a 0.4/1000 a 1 giorno.

- Resistenza a rottura per compressione (UNI EN 12190):

7 giorni:	$\geq 50. \text{ N/mm}^2$
28 giorni:	$\geq 60. \text{ N/mm}^2$

- Resistenza a trazione per flessione (UNI EN 12390-5):

7 giorni:	$\geq 5.0 \text{ N/mm}^2$
28 giorni:	$\geq 7.0 \text{ N/mm}^2$

- Modulo elastico a compressione (UNI EN 13412):

28 giorni: valore compreso tra 26 GPa e 30 GPa

- Adesione al supporto determinata per trazione diretta (UNI EN 1542):

28 giorni: valore medio superiore o uguale a	$2.0 \text{ N/mm}^2$
28 giorni: valore minimo superiore o uguale a	$1.0 \text{ N/mm}^2$

Nota: Le prove di adesione al supporto sono da condurre su provini del diametro di 50 mm.

##### **4.2.2.2. Calcestruzzo "reoplastico" a ritiro compensato rinforzato con fibre in polipropilene o in poliacrilonitrile ed additivato con inibitori di corrosione a base organica**

Da confezionarsi con legante espansivo predosato e premiscelato, con inerti, acqua ed opportuni additivi oppure con malta cementizia a ritiro compensato, con inerti integrativi di appropriata granulometria, acqua ed additivi. Il calcestruzzo dovrà comunque essere caratterizzato dalle seguenti proprietà e caratteristiche meccaniche.

Espansione contrastata (UNI 8148) non inferiore 0.4/1000 a 7 giorni. A 28 giorni l'espansione contrastata dovrà avere un valore non minore di quello riscontrato a 7 giorni e non maggiore dello stesso valore aumentato del 30%.

Aria totale occlusa :  $4\% \pm 0.5\%$

Assenza di acqua essudata (ASTM C232)

Rapporto acqua/cemento: non superiore a 0.40.

Resistenza a rottura per compressione (UNI EN12390/3)

- 24 ore	: superiore o uguale a $20. \text{ N/mm}^2$
- 7 giorni	: superiore o uguale a $40. \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni	: superiore o uguale a $50. \text{ N/mm}^2$

Resistenza a trazione per flessione (UNI 12390/5)

- 24 ore	: superiore o uguale a $3.0 \text{ N/mm}^2$
- 7 giorni	: superiore o uguale a $5.0 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni	: superiore o uguale a $6.5 \text{ N/mm}^2$

Adesione al supporto determinata per trazione diretta

- 28 giorni	: valore medio superiore o uguale a $2.0 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni	: valore minimo superiore o uguale a $1.0 \text{ N/mm}^2$

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Rif: le prove sono da condurre per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm.

Adesione al supporto determinata per taglio

- 7 giorni : valore medio superiore o uguale a  $3.5 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni : valore medio superiore o uguale a  $5.0 \text{ N/mm}^2$

Rif: le prove di adesione si faranno su travetti  $7 \times 7 \times 28$  cm composti da un cuneo in calcestruzzo di cemento con  $R_{ck}$  superiore o uguale a  $45 \text{ N/mm}^2$  e stagionato almeno 28 giorni, con una faccia inclinata di 20 gradi. Quest'ultima verrà spazzolata con una spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera. Si procederà infine al completamento del travetto mediante collaggio del materiale di ripristino. Il carico verrà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla faccia inclinata.

### 4.2.2.3. Calcestruzzo "reoplastico" fibrorinforzato ad alta duttilità e basso modulo elastico

Da confezionarsi con legante espansivo predosato e premiscelato, con inerti di idonea granulometria, con acqua, additivi e fibre polimeriche, oppure, se è prescritto dal Direttore dei Lavori, con malta cementizia a ritiro compensato, predosata e premiscelata, con inerti integrativi di appropriata granulometria, con acqua, additivi e fibre polimeriche.

Resistenza a rottura per compressione (UNI EN12390/3)

a 28 giorni superiore o uguale a  $55 \text{ N/mm}^2$  (classe C45/55)

Rapporto acqua/cemento: non superiore a 0.33.

Modulo di elasticità (UNI 6556)

- 28 giorni (E28) : inferiore a  $25000 \text{ N/mm}^2$

Ritiro idrometrico inferiore a 0.5‰

Energia di frattura superiore a  $12500 \text{ N/m}$

### 4.2.3. Malte cementizie predosate additivate con polimeri, rinforzate con fibre in poliacrilonitrile: caratteristiche tecniche:

#### 4.2.3.1. Malte aventi modulo elastico a 28 giorni (E28) compreso tra $23000 \text{ N/mm}^2$ e $27000 \text{ N/mm}^2$

La malta dovrà essere additivata con inibitori di corrosione, a base organica.

Spessore di applicazione: almeno 20 mm.

Resistenza a rottura per compressione (UNI EN 12190):

- 7 giorni : superiore o uguale a  $40 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni : superiore o uguale a  $55 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità (UNI EN 13412):

- 28 giorni (E28) : uguale a  $25000 \pm 2000 \text{ N/mm}^2$

Resistenza a trazione per flessione (UNI EN 196-1):

- 7 giorni : superiore o uguale a  $6.0 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni : superiore o uguale a  $8.0 \text{ N/mm}^2$

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Adesione al supporto determinata per trazione diretta (UNI EN 1542):

- 28 giorni: valore medio superiore o uguale a  $3.0 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni: valore minimo superiore o uguale a  $2.0 \text{ N/mm}^2$

Rif: le prove sono da condurre per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm.

Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687):

- valore medio  $\geq 2.0 \text{ MPa}$
- valore minimo  $\geq 1.0 \text{ MPa}$

Coefficiente di dilatazione termica:

Non differente più del 30% da quello del calcestruzzo di supporto.

### 4.2.3.2. *Malte aventi modulo elastico a 28 giorni (E28) compreso tra 14000. N/mm<sup>2</sup> e 18000. N/mm<sup>2</sup>*

La malta dovrà essere additivata con inibitori di corrosione, a base organica.

Spessore di applicazione in una sola mano: almeno 15 mm.

Resistenza a rottura per compressione (UNI EN 12190):

- 7 giorni : superiore o uguale a  $25. \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni : superiore o uguale a  $35. \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità (UNI EN 13412):

- 28 giorni (E28) : uguale a  $16000. \pm 2000. \text{ N/mm}^2$

Resistenza a trazione per flessione (UNI EN 196-1):

- 7 giorni : superiore o uguale a  $3.0 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni : superiore o uguale a  $5.0 \text{ N/mm}^2$

Adesione al supporto determinata per trazione diretta (UNI EN 1542):

- 28 giorni: valore medio superiore o uguale a  $2.5 \text{ N/mm}^2$
- 28 giorni: valore minimo superiore o uguale a  $1.5 \text{ N/mm}^2$

Rif: le prove sono da condursi per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm.

Compatibilità termica misurata come adesione (UNI EN 1542), dopo 50 cicli di gelo-disgelo con sali disgelanti, (UNI EN 13687):

- valore medio  $\geq 2.0 \text{ MPa}$
- valore minimo  $\geq 1.0 \text{ MPa}$

Coefficiente di dilatazione termica:

Non differente più del 30% da quello del calcestruzzo di supporto.

### 4.2.4. **Malta cementizia premiscelata, solfatoresistente, a ritiro compensato, rinforzata con fibre in poliacrilonitrile e additivata con inibitori di corrosione a base organica.**

Spessore di applicazione in una sola mano: minore di 40 mm

Resistenza a rottura per compressione (DM 03.06.1968 e UNI EN12390/3):

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

24 ore :superiore o uguale a 18. N/mm<sup>2</sup>  
7 giorni : 35. N/mm<sup>2</sup>  
28 giorni: : 60. N/mm<sup>2</sup>

Modulo di elasticità (UNI 6556)

28 giorni (E28) : uguale a 28000 ± 3000. N/mm<sup>2</sup>

Resistenza a trazione per flessione (DM 03.06.1968 e UNI EN12390/5):

24 ore :superiore o uguale a 3.5 N/mm<sup>2</sup>  
7 giorni : 6.0 N/mm<sup>2</sup>  
28 giorni: : 8.0 N/mm<sup>2</sup>

Adesione al supporto determinata per trazione diretta

28 giorni: valore medio superiore o uguale a 2.0 N/mm<sup>2</sup>  
28 giorni: valore minimo superiore o uguale a 1.0 N/mm<sup>2</sup>

Adesione al supporto determinata per taglio

7 giorni : valore medio superiore o uguale a 3.5 N/mm<sup>2</sup>  
28 giorni : valore medio superiore o uguale a 5.0 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente di dilatazione termica

Non differente più del 30% da quello del calcestruzzo di supporto.

Espansione contrastata (UNI 8147) non inferiore a 0.4/1000 a 7 giorni. A 28 giorni l'espansione contrastata dovrà avere un valore non minore di quello riscontrato a 7 giorni e non maggiore dello stesso valore aumentato del 30%. Assenza di acqua essudata (ASTM C232).

### Note:

- Le prove di adesione al supporto determinata per taglio sono da condurre su travetti 7x7x28 cm composti in parte da un cuneo di calcestruzzo con  $R_{ck}=45$  N/mm<sup>2</sup> e stagionato almeno 28 giorni, con una faccia inclinata di 20 gradi (questa sarà spazzolata con spazzola d'acciaio all'atto della sformatura e trattata con la mano d'attacco prevista in opera), e in parte dal materiale oggetto di prova, colato a completamento del travetto. Il carico sarà applicato assialmente sulle due facce minori. La resistenza richiesta è quella di taglio sulla facce inclinate.
- Le prove di adesione al supporto determinata per trazione diretta sono da condurre su provini del diametro di 50 mm.
- Le malte cementizie definite "resistenti ai solfati" dovranno essere confezionate solo con cemento ferrico avente contenuto massimo di C<sub>3</sub>A del 3%.

### 4.2.5. Materiali epossidici

#### 4.2.5.1. Pasta collante o stucco epossidico

Per l'allettamento e/o l'ancoraggio e/o l'incollaggio di elementi strutturali di calcestruzzo prefabbricato o metallici di apparecchi di appoggio, per la messa in opera di tubetti-valvola per l'iniezione dei cavi di precompressione, per la sigillatura di fessure o di giunti, per l'applicazione su armature metalliche parzialmente affioranti, ecc.; caratteristiche tecniche:

- peso specifico UNI 7092 c.a. kg/dm<sup>3</sup> 1.6-1.8
- rapporto di miscela da confezionare secondo

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### scheda tecnica

- vita utile ASTM C881	5°C	2 ore
	15°C	70 minuti
	22°C	1 ora
	30°C	30 minuti
- tempo di presa ASTM C308	5°C	10 ore
	15°C	5 ore
	22°C	3 ore
	30°C	2 ore
- temperatura minima di indurimento		+5°C
- resistenza a compressione UNI EN ISO 604		>=65MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66		>= 20 MPa
- resistenza a flessione-trazione UNI EN ISO 178		>=35MPa
- forza di adesione al calcestruzzo UNI 8298/1 Adhesion test (rottura nel supporto di cls)		>= 3 MPa
- forza di adesione al metallo ASTM D 1002		>= 9 MPa
- ritiro lineare cm/cm ASTM D 2566		ca. 0,001
- modulo elastico a compressione UNI EN ISO 604		ca. 3000 MPa
- coefficiente di dilatazione termica $\times 10^{-6}$ UNI 6061		ca. 19 cm/cm/°C
- penetrazione cloruri UNI 7928		NULLA

I valori della vita utile e il tempo di presa indicati sopra potranno essere variati dalla Direzione Lavori.

#### 4.2.5.2. Adesivo strutturale epossidico

Per il collegamento tra conglomerato cementizio fresco e stagionato; dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- peso specifico UNI 7092		ca. 1.3 kg/dm <sup>3</sup>
- rapporto di miscela		da confezionare secondo scheda tecnica
- vita utile ASTM C881	5°C	4 ore
	15°C	3 ore
	22°C	1,5 ore
	30°C	1 ora
- tempo di presa	5°C	16 ore
	15°C	10 ore
	22°C	8 ore
	30°C	4 ore
- viscosità a 22°C ASTM D2393	2000 cps. +- 500	

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- temperatura minima di indurimento	3°C
- resistenza a compressione UNI EN ISO 604	$\geq 90$ MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66	$\geq 40$ MPa
- resistenza a flessione-trazione UNI 7219	$\geq 50$ MPa
- forza di adesione al calcestruzzo UNI 8298/1 (rottura nel supporto di cls)	$\geq 3$ MPa
- forza di adesione al metallo ASTM D1002	$\geq 9,5$ MPa
- modulo elastico a compressione UNI EN ISO 604	$\geq 3000$ MPa
- ritiro lineare cm/cm ASTM D2566	ca. 0,0013
- coefficiente di dilatazione termica $\times 10^{-6}$ UNI 6061	ca. 20 cm/cm/°C

I valori della vita utile e il tempo di presa indicati sopra potranno essere variati dalla Direzione Lavori.

### 4.2.5.3. Sistema epossidico bicomponente per iniezioni

Per iniezione di guaine, microfessure o cavità interne nelle strutture; caratteristiche tecniche:

- peso specifico UNI 7092		1.0 – 1.1 kg/dm <sup>3</sup>
- rapporto di miscela		da confezionare secondo scheda tecnica
- vita utile ASTM C881	5°C 15°C 22°C 30°C	1-2 ore 35-90 minuti 20-60 minuti 10-35 minuti
- tempo di presa ASTM C308	5°C 15°C 22°C 30°C	7-16 ore 4-10 ore 3-6 ore 2-3 ore
- viscosità a	22°C	50-300 cps.
- temperatura minima di indurimento		+5°C
- allungamento		3-4%
- assorbimento H <sub>2</sub> O UNI 7699		$\leq 0.3\%$
- penetrazione cloruri ex UNI 7928		nulla
- modulo elastico a compressione UNI EN ISO 604		$\leq 3000$ MPa
- resistenza a compressione UNI EN ISO 604		$\geq 55$ MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66		$\geq 35$ MPa



## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- resistenza a flessione-trazione UNI EN ISO 178  $\geq 45$  MPa
- forza di adesione al calcestruzzo  
ASTM D 1002  $\geq 3$  MPa
- ritiro lineare cm/cm ASTM D2566 ca. 0,0013
- coefficiente di dilatazione  
termica  $\times 10^{-6}$  UNI 6061 ca. 19 cm/cm/°C
- comportamento in presenza d'acqua: l'eventuale presenza di acqua non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela;
- protezione chimica dei ferri di armatura: la miscela dovrà avere un Ph basico compreso tra 10,5 e 12,5.

### 4.2.5.4. Malta a base di resine epossidiche

Per rifacimenti, livellamenti, spessorazioni, formazione di baggioli, ecc.; costituita da tre elementi: resina, induritore e inerti silicei di appropriata granulometria preventivamente approvata dalla D.L.; caratteristiche tecniche:

- peso specifico UNI 7092  $1.7 - 2.0 \text{ kg/dm}^3$
- vita utile ASTM C881 

5°C	1,5-3 ore
10°C	1-2 ore
20°C	20 minuti - 1 ora
30°C	10-25 minuti
- temperatura minima di indurimento 5°C
- ritiro UNI 6687 0,005%
- resistenza a compressione D.M. VI-'68  $\geq 100$  MPa
- modulo elastico a compressione UNI 6556 ca. 20000 MPa
- resistenza a flessione-trazione D.M. VI-'68  $\geq 30$  MPa
- forza di adesione al calcestruzzo  
(rottura nel supporto di cls)  $\geq 3$  MPa
- penetrazione cloruri ex UNI 7928 NULLA
- assorbimento H<sub>2</sub>O UNI 7699  $< 0,3\%$  in peso

### 4.2.5.5. Malta a base di resina epossipoliuretana

Per livellamenti, formazione dei masselli, in spessore pavimentazione, di giunti di dilatazione in soletta di ponti e di viadotti, ecc.

Malta costituita da legante base di natura epossipoliuretana, induritore, inerti quarziferi di appropriato fuso granulometrico, additivata con elastomeri liquidi compatibili.

Caratteristiche tecniche:

- peso specifico UNI 7092 ca.  $2.0 \text{ kg/dm}^3$
- vita utile ASTM C881 

5°C	1,5-3 ore
10°C	1-2 ore

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

	20°C 30°C	20 minuti - 1 ora 10-25 minuti
- temperatura minima di indurimento		5°C
- ritiro UNI 6687		< 0.0004
- resistenza a rottura per compressione D.M. 03.06.1968		> 10. MPa
- modulo elastico secante a compressione UNI 6556		ca. 200. MPa
- resistenza a flessione-trazione eseguita a 10°C D.M. 03.06.1968		> 16. MPa
- forza di adesione al calcestruzzo (rottura nel supporto di cls)		>= 3 MPa
- penetrazione cloruri ex UNI 7928		NULLA
- assorbimento H <sub>2</sub> O UNI 7699		< 0,05% in peso

### 4.2.6. Conglomerati e malte polimeriche

#### 4.2.6.1. Malta polimerica a basso modulo elastico

- resistenza a rottura determinata su un prelievo di 3 provini prismatici 40x40x160 mm in analogia a quanto stabilito dal D.M. 03/06/68; valori medi a 10°C; a flessione-trazione non inferiore 10 N/mm<sup>2</sup>;
- modulo elastico determinato secondo UNI 6556: non superiore a 3000 N/mm<sup>2</sup>;
- adesione al calcestruzzo misurato allo strappo in conformità alle norme DIN ISO 4624: non inferiore a 2 N/mm<sup>2</sup>;
- resistenza a cicli di gelo e disgelo determinata secondo la norma RILEM CDC/2 in presenza di soluzioni saline: dopo 50 cicli, perdita di peso media in superficie non superiore a 0,05 mg/mm<sup>2</sup>;
- resistenza all'abrasione determinata con getto di sabbia secondo l'art. 6 del Decreto 2234 del 16.11.1939: non superiore a 2 mg/mm<sup>2</sup>;
- assorbimento d'acqua determinato in analogia alla UNI 7699 su provino prismatico 40x40x160 mm: non superiore allo 0,3% in peso;
- penetrazione dello ione cloruro misurato in conformità alla norma UNI 7928 su un provino di calcestruzzo rivestito con uno spessore di mm 10 di malta polimerica: nulla dopo 200 ore.
- Ciclo di verifica della resistenza agli agenti atmosferici.

Per l'invecchiamento artificiale si dovrà prevedere il seguente ciclo di esposizione forzata a diversi agenti aggressivi:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura	Norma
Radiazione ultravioletta	24 H	+ 60° C	UNI 7097-72
5 cicli di gelo e disgelo in presenza di CaCl <sub>2</sub> al 3%	120 H	+ 20° C - 20° C	RILEM CDC/2
Radiazione ultravioletta	24 H	+ 60° C	UNI 7097-72
5 cicli di gelo e disgelo in presenza di CaCl <sub>2</sub> al 3%	120 H	+ 20° C - 20° C	RILEM CDC/2
Camera all'ozono	40 H	+ 25° C	

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Radiazione ultravioletta                      24 H                      + 60° C      UNI 7097-72

Dopo l'esposizione i provini di tipo prismatico di dimensioni 40x40x160 mm non dovranno presentare formazione di microfessure o sfarinamenti. A seguito di tale trattamento di invecchiamento forzato dovranno essere inoltre verificate quantitativamente tali caratteristiche meccaniche:

- resistenze a rottura determinate su un campione di 3 provini prismatici 40x40x160 mm in analogia a quanto stabilito dal D.M. 03/06/68; valori medi a 10°C a flessione e a compressione ;
- modulo elastico determinato secondo UNI 6556;

Sarà tollerato un peggioramento massimo del 10% rispetto alle corrispondenti caratteristiche richieste in condizioni normali.

### 4.2.6.2. Conglomerato polimerico

Dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- resistenza a rottura determinata su un prelievo di 3 provini prismatici 40x40x160 mm in analogia a quanto stabilito dal D.M. 03.06.1968; valori medi a 10°C: a flessione e a compressione non inferiore a 10 N/mm<sup>2</sup> ;
- resistenza all'urto determinata per caduta di una sfera d'acciaio del peso di kg 1, da un'altezza di cm 30, su una piastra quadrata di conglomerato polimerico di lato cm 25 e spessore cm 3 appoggiata su un letto di sabbia (vedi pagina 558 dell'A.C.I. Journal" del novembre 1984): non inferiore a 400 colpi;
- adesione al calcestruzzo misurata in conformità alla B.S. 6319 parte 4 non inferiore a 5 N/mm<sup>2</sup> ;
- resistenza a cicli di gelo e disgelo determinata secondo la norma RILEM CDC/2 in presenza di soluzioni saline: dopo 50 cicli, perdita di peso media in superficie non superiore a 0,10 mg/mm<sup>2</sup> ;
- resistenza all'abrasione determinata con getto di sabbia secondo l'art. 6 del Decreto 2234 del 16.11.1939: non superiore a 3 mg/mm<sup>2</sup> ;
- assorbimento d'acqua determinato in analogia alla UNI 7699 su provino prismatico 40x40x160 mm: non superiore allo 0,5% in peso;
- coefficiente di dilatazione termica: media tra -20°C e +45°C non superiore a  $2,5 \cdot 10^{-5}$  1/°C.

### 4.2.6.3. Prodotto impregnante sintetico bicomponente a base acrilica

Per il consolidamento del supporto di calcestruzzo ai rivestimenti di cui ai precedenti articoli. Dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- peso specifico		ca. 1,1 kg/ dm <sup>3</sup>
- vita utile	5°C	0,4 ore
	15°C	0,3 ore
- viscosità a	22°C	50 cps.
- temperatura minima di indurimento		0°C
- resistenza a compressione UNI EN ISO 604		>= 70MPa
- resistenza a trazione UNI 5819-66		>= 30 MPa
- forza di adesione al calcestruzzo		
ASTM D 1002		>= 4 MPa
- coefficiente di dilatazione termica X 10 <sup>-6</sup>		ca. 20 cm/cm/°C

I valori della vita utile e il tempo di presa indicati sopra potranno essere variati dalla Direzione Lavori.

### 4.2.6.4. Calcestruzzi impregnati con isobutiltrimetossisilano puro

Lo strato corticale di calcestruzzo impregnato con isobutiltrimetossisilano, dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- resistenza a cicli di gelo e disgelo in presenza di soluzioni saline, determinata secondo la norma RILEM/CDC su 3 provini cilindrici estratti dal manufatto di diametro 100 mm, chiusi

- lateralmente da manicotto impermeabile in modo da testare unicamente la superficie superiore:
- perdita dopo 50 cicli non superiore a  $0,3 \text{ mg/mm}^2$  ;
  - penetrazione da parte dello ione cloruro misurata in conformità alla norma ex UNI7928 su 3 provini estratti dal manufatto e testati sulla superficie trattata. Dopo 200 ore non superiore a 190 mg di Cl- / kg di campione;
  - assorbimento d'acqua, determinato in analogia alla norma UNI 7699 su un provino cilindrico estratto dal manufatto trattato, di diametro 100 mm e di altezza 60 mm, impermeabilizzato con resina epossidica sulle facce laterali ed inferiore. Dopo 7 giorni non superiore allo 0,5%.

### 4.2.7. Conglomerati bituminosi per strati di collegamento e di usura

#### 4.2.7.1. *Aggregati lapidei, cemento e calce*

Per gli aggregati lapidei, calce e cemento si veda quanto specificato precedentemente.

#### 4.2.7.2. *Leganti bituminosi*

I leganti bituminosi semisolidi per impiego diretto o per modifiche successive con polimeri o altri trattamenti, sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi prodotti in raffineria mediante processi di distillazione primaria (topping e vacuum) e processi di conversione (cracking e visbreaking).

I leganti bituminosi utilizzati nelle pavimentazioni possono essere: bitumi tal quali, bitumi modificati e bitumi schiumati.

#### Bitumi tal quali

Sono quei leganti impiegati, senza alcun trattamento, per la produzione di conglomerati bituminosi prodotti a caldo. Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche di questi prodotti è la norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali". I requisiti che devono essere presidiati sono relativi alla consistenza del prodotto prelevato dalle cisterne di stoccaggio ed alle medesime caratteristiche dopo la simulazione di invecchiamento (RTFOT).

#### Bitumi modificati

I leganti bituminosi modificati sono quei leganti per uso stradale costituiti da bitumi di base ed appositi polimeri ed additivi. I bitumi modificati garantiscono una maggiore durata a fatica dei conglomerati bituminosi riducendo l'attitudine alla deformazione permanente. La produzione di questi leganti avviene in impianti industriali dove vengono miscelati bitumi di base dotati di particolari caratteristiche in funzione del rapporto tra asfalteni/resine e saturi/aromatici) con polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica e/o altre tipologie di modifica. I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono classificati in bitumi con modifica "soft" o modifica "hard" o modifica "ad alto modulo".

Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche di questi prodotti è la norma UNI EN 14023 "Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati con polimeri". Oltre ai requisiti previsti per i bitumi normali devono essere definite le caratteristiche relative alla viscosità dinamica, al ritorno elastico ed alla stabilità nello stoccaggio.

#### Bitumi schiumati

La "schiuma di bitume" è prodotta dalle reazioni fisico-chimiche di un bitume, di tipo tal quale o modificato, mediante la polverizzazione delle sue molecole con acqua in pressione. Il processo si realizza all'interno di una particolare camera di espansione mediante il contatto del bitume con acqua ad alta pressione.

Il prelevamento dei campioni di bitume deve essere conforme alla norma UNI EN 58.

#### 4.2.7.3. *Conglomerato bituminoso di recupero*

Il conglomerato bituminoso di recupero è il conglomerato bituminoso proveniente dalla demolizione di pavimentazioni, ottenuto mediante operazioni meccaniche di fresatura o demolizione in blocchi successivamente frantumati. L'utilizzo del conglomerato bituminoso riciclato è previsto previa conformità ai requisiti di utilizzo della miscela finale.

Dove previsto, potrà essere utilizzato il conglomerato bituminoso riciclato previo accertamento dei requisiti relativi al legante, quantità e proprietà, e relativi agli aggregati, composizione granulometrica e

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

natura mineralogica. Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato è la norma UNI EN 13108 - 8 "Specifiche del materiale, conglomerato bituminoso di recupero".

### 4.2.7.4. Additivi

#### Attivanti chimici funzionali (A.C.F.)

Sono composti chimici da utilizzare come additivi per la produzione di conglomerati bituminosi prodotti a caldo o a freddo con l'impiego di conglomerato riciclato. Rigenerano le caratteristiche del legante invecchiato proveniente dal conglomerato bituminoso fresato e svolgono le funzioni di attivante d'adesione, diluente nei confronti del bitume invecchiato legato agli aggregati, plastificante ad integrazione delle frazioni malteniche perse dal bitume durante il precedente lavoro ed infine di antiossidante in contrasto con gli effetti ossidativi dovuti ai raggi ultravioletti ed alle condizioni termiche della pavimentazione.

#### Dopes di adesione

Nella produzione di conglomerati bituminosi, in caso di aggregati lapidei di natura silicea (es. porfido), sono impiegate sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato (agenti tensioattivi). Il dosaggio dovrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nel legante bituminoso.

Il tipo e la quantità di attivante d'adesione dovrà essere valutato in fase di qualifica preliminare dei materiali con approvazione della Direzione Lavori.

#### Fibre di natura minerale

Nella produzione di conglomerati bituminosi con elevato tenore di vuoti (tipo drenante) e di conglomerati bituminosi con elevato contenuto di legante a granulometria discontinua (tipo Splitt Mastix Asphalt) sono impiegate le fibre di natura minerale (vetro) opportunamente pressate ed agglomerate con un prodotto addensante (cellulosa od altro). L'immissione di fibre nel conglomerato bituminoso dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio nella miscela.

Il tipo e la quantità di fibra dovrà essere valutato in fase di qualifica preliminare dei materiali con approvazione della Direzione Lavori.

### 4.2.7.5. Emulsione bituminosa

L'emulsione bituminosa è una dispersione di bitume in acqua ottenuta mediante utilizzo di energia meccanica per la miscelazione e l'impiego di un agente tensioattivo emulsionante.

La classificazione delle emulsioni bituminose è basata sul carattere ionico (anioniche - basiche e cationiche - acide), sulla percentuale di bitume residuo e sulla velocità di rottura o presa (rapida, media, lenta).

È composta da bitume, fluidificanti, acqua ed emulsionanti.

Il riferimento per la classificazione e per la determinazione delle caratteristiche di questo prodotto è la norma UNI EN 13808 "Specifiche tecniche per le emulsioni bituminose cationiche".

#### Bitume

I leganti di base utilizzati per la produzione di emulsione bituminosa sono bitumi "tal quali" o bitumi "modificati" con polimeri. Nell'emulsione il contenuto di bitume può variare dal 50 al 70%.

#### Fluidificanti

Sono prodotti oleosi a bassa viscosità che vengono aggiunti al bitume.

#### Acqua

L'acqua utilizzata non deve contenere impurità organiche (sospensioni colloidali) o minerali. Qualora necessario l'acqua dovrà essere corretta per renderla della durezza appropriata.

#### Emulsionanti

Sono prodotti chimici classificati in base al loro comportamento di dissociazione in acqua che permettono la dispersione del bitume e favoriscono l'adesione del bitume agli aggregati.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### 4.2.7.6. Conglomerati bituminosi additivati con resine epossidiche

Caratteristiche tecniche del legante bicomponente asfalto-resine epossidiche, dopo 4 ore di stagionatura a 120°C:

- resistenza a trazione a 23°C (ASTM D 412)  $\geq 3$  MN/mq
- allungamento a rottura (ASTM D 412)  $\geq 250\%$
- stabilità termica a 300°C: non dà esalazioni o non si disintegra entro 31.

Dopo immersione in olio idraulico per 7 giorni:

- resistenza a trazione a 23°C (ASTM D 412)  $\geq 2,5$  MN/mq
- allungamento a rottura (ASTM D 412)  $\geq 200\%$
- aumento di peso  $\leq 1,2\%$

Caratteristiche tecniche della miscela legante-aggregati:

- stabilità Marshall  $\geq 40$  kN
- scorrimento Marshall  $\leq 4$  mm
- quoziente Marshall  $\geq 10$
- stabilità Duriez a 18°C  $\geq 250$
- stabilità Duriez a 50°C  $\geq 80$

### 4.2.7.7. Massa bituminosa elastomerica "tampone" per giunti

Caratteristiche tecniche

- punto di rammollimento P.A.(secondo ASTM D36-66) 95-105°C
- penetrazione DOW a 25°C (secondo ASTM D5-65) 35- 40°C
- penetrazione DOW a 46°C (secondo ASTM D5-65) 75- 80°C
- viscosità dinamica (metodo Brookfield):
  - a 150 C girante 5 velocità 10 14.000-16.000 cps
  - a 190 C girante 5 velocità 10 2.500-3.500 cps
- indice di penetrazione +5,8
- resistenza a trazione 25 gr/mm<sup>2</sup>
- allungamento percentuale a rottura 1.500%

### 4.2.8. Impermeabilizzazione di impalcati

#### 4.2.8.1. Con mastici di asfalto sintetico, caratteristiche tecniche dei materiali:

- Legante: dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Eppure in rapporto minimo di 5 a 1 in peso. In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche del tipo approvato dalla D.L. I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Il legante sarà dosato in ragione del 15-19% in peso sulla miscela di inerti (corrispondenti al 13-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico. Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra -1 e +1 calcolato secondo la formula:

$$\begin{aligned} IP &= 20u-500v/u+50v \text{ in cui} \\ v &= \log 800 - \log \text{Penetrazione a } 25^{\circ}\text{C} \\ u &= \text{temperatura di P. e A. } (^{\circ}\text{C}) - 25. \end{aligned}$$

- Filler: dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n. 80) e per il 90% al setaccio 0,075 UNI (ASTM n. 200) (granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela di inerti. Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela bitume 40/50/filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15°C superiore a quello del bitume puro.
- Sabbia: dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela di inerti.
- Miscela finale: la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (v) compresa tra il 18 ed il 23%. Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5 ed il 7% ( $VB - v = 5-7$  in cui VB è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale). Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle norme sopra esposte dovrà avere, nelle prove di laboratorio, un punto di rammollimento alla prova Wilhelmi (Norma DIN 1966) compreso tra 100 e 115°C. Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento od alla stesa potrà presentare valori compresi tra 100 e 130°C.

### 4.2.8.2. Con guaine bituminose armate con non tessuti in poliestere.

Il manto impermeabile sarà realizzato con guaine preformate, armate con tessuto in poliestere dello spessore complessivo di 4-5 mm, dei quali 2-3 mm di massa bituminosa nella parte inferiore ed un massimo di 0,5 mm sempre di massa bituminosa al di sopra dell'armatura.

Le caratteristiche della massa bituminosa saranno le seguenti:

- punto di rammollimento P. e A. : 130-140°C
- punto di rottura Frass : -15°C
- penetrazione (con peso di 100 gr) a 25°C : 20-30 dmm

L'armatura sarà costituita da tessuto "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacia, solidamente collegate tra di loro e termicamente stabilizzate. Le armature dovranno inoltre avere variazioni dimensionali (tra -30°C e +200°C) minori del 3%; punto di fusione (in bagno di opportuni olii) non inferiore a 250°C; inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi ed all'azione dei microrganismi; perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Il primer di adesione alle superfici in calcestruzzo cementizio, sarà costituito da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 85-90°C), additivato di miscele di butadieni (l'adesione del primer di attacco alla soletta non dovrà risultare inferiore a 2 kg/cm<sup>2</sup>). La viscosità del primer, misurata in "tazza" Ford 4 a 25°C, dovrà essere compresa tra 20 e 25 sec.

Il manto dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa e la compattazione su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 10 kg/cm<sup>2</sup>, in permeametro, a 60°C, per 5 ore anche nelle zone di giunto.

### 4.2.8.3. Con membrana continua, applicata a spruzzo, costituita da un sistema elastomerico poliuretanico.

Il manto impermeabilizzante sarà realizzato mediante applicazione a spruzzo di un rivestimento costituito da un sistema elastomerico poliuretanico bicomponente, privo di solventi, plastificanti inerti di carica e materiali bituminosi, avente un rapporto di poli-isocianato non inferiore al 40% in peso sul residuo secco.

Lo spessore del rivestimento impermeabilizzante sarà di almeno 3 millimetri.

Il rivestimento dovrà essere continuo; la posa dovrà essere effettuata in maniera tale da raccordare scarichi, rialzi, strutture metalliche, elementi geometricamente complessi, senza soluzione di continuità.

Il rivestimento dovrà essere perfettamente impermeabile all'acqua, resistente ai sali antigelo, agli idrocarburi, agli alcali diluiti, all'idrolisi e ai microrganismi.

Il prodotto non dovrà subire rammollimenti a temperature fino a 180 °C.

Polimerizzazione rapida (non superiore a 20 secondi); la membrana dovrà sopportare un normale traffico pedonale dopo 30 minuti dalla posa e, dopo circa 3 minuti dalla catalisi, il prodotto di reazione non dovrà subire alterazioni per effetto di pioggia.

Caratteristiche tecniche della membrana:

- Carico di rottura : 10. N/mm<sup>2</sup> DIN 53504
- Allungamento a rottura (-30 °C) : 400% DIN 53504
- Modulo di elasticità a 100% : 4. N/mm<sup>2</sup> DIN 53504
- Resistenza alla propagazione della lacerazione: 15. KN/m DIN 53515
- Adesione al supporto in cls (trazione diretta) : 2. N/mm<sup>2</sup>

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- Densità	: 0.9 g/cm <sup>3</sup>	DIN 53479
- Residuo secco	: 100%	
- Durezza Shore A	: 70	
- Abrasione	: 130 mg	DIN 53516
- Resistenza ai raggi ultravioletti	: stabilizzato	

La membrana dovrà essere posta in opera con apparecchiatura automatica atta a garantire la costanza del rapporto dei prodotti di catalisi e l'uniformità dello spessore di applicazione.

L'applicazione della membrana impermeabilizzante sarà preceduta da quella di un primer d'adesione (mano di fondo) alle superfici strutturali. Tale primer sarà costituito da un formulato bicomponente di natura poliuretanica, a basso contenuto di solventi, compatibile con fondi umidi (reagente in presenza di umidità).

L'applicazione della membrana impermeabilizzante sarà seguita da quella di una mano di aggancio per i successivi strati bituminosi. Tale primer, di natura poliuretanica bicomponente, modificato e additivato con catrami selezionati, privo di solventi, sarà applicato in quantità non inferiore a 250 g/mm<sup>2</sup>.

#### 4.2.8.4. *Con membrana continua, realizzata in opera, costituita da un manto bituminoso elastomerico.*

Strato continuo aggrappante/impermeabilizzante in bitume elastomerico modificato con caratteristiche di grande elasticità solidamente ancorato alla struttura in acciaio o calcestruzzo, con l'interclusione di un tessuto non tessuto di poliestere di armatura.

Il bitume, steso anche in più mani a caldo in ragione di almeno 4 kg/m<sup>2</sup> e spruzzato con graniglia 3-6 mm; sarà modificato con elastomeri SBS-R (stirene-butadiene-stirene) a struttura radiale avente le seguenti caratteristiche:

- penetrazione a 25°C, 100 gr/5" : 40-50 dmm (EN 1426)
- rammollimento (P.A.) : >80°C (EN 1427)
- ritorno elastico a 25 °C : > 90% (EN 13398)
- punto di Fraass : migliore di -18° C (EN 12593)
- viscosità dinamica a T= 60°C : Pas 800-900 (EN 13702-1)
- viscosità dinamica a T= 160°C : Pas 0,15-2,00 (EN 13702-1)
- temperatura di spruzzatura : 180-195°C

La stesa dovrà avvenire dopo una sabbiatura (almeno di grado A Sa 2<sup>1/2</sup>) della superficie di estradosso del ponte seguita da un'accurata pulizia generale della superficie da trattare.

Lo spargimento del bitume sarà eseguito con autocisterna termica provvista di autonomo impianto di riscaldamento e barra di spruzzatura automatica e sarà eseguito anche in più mani.

La stesa dovrà essere eseguita con adeguata attrezzatura al fine di garantire l'uniformità dello spessore di applicazione.

L'armatura sarà costituita da tessuto "non tessuto" ottenuto a partire da fibre di poliestere ad alto titolo e tenacia, solidamente collegate tra di loro e termicamente stabilizzate. Le armature dovranno inoltre avere variazioni dimensionali (tra -30°C e +200°C) minori del 3%; punto di fusione (in bagno di opportuni olii) non inferiore a 250°C; inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi ed all'azione dei microrganismi; perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

Tale armatura in poliestere, specifica per saturazione con bitume modificato alla temperatura di 200°C, avrà le seguenti caratteristiche:

- massa >180 g/m<sup>2</sup> (UNI EN 965);
- resistenza a trazione >5 kN longitudinale e >6 kN trasversale (UNI EN ISO 10319);
- allungamento a rottura 60% (UNI EN ISO 10319);
- resistenza al punzonamento >1kN (UNI EN ISO 12236).

#### 4.2.9. **Prefabbricati in calcestruzzo (pozzetti, cordonate, canalette, embrici, ecc.)**

I prodotti prefabbricati di calcestruzzo dovranno rispettare le regole comuni contenute nella UNI EN 13369 ed in particolare le seguenti norme:

**UNI EN 1338-1339-1340** – *Relative a masselli e lastre per pavimentazione e cordoli in calcestruzzo;*

**UNI EN 1433** – *Canalette di drenaggio;*



## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

**UNI EN 1916** – *Tubi di calcestruzzo e raccordi;*

**UNI EN 1917** – *Pozzetti e camere di ispezione;*

Il progettista generale delle strutture rimane responsabile dell'organico inserimento dei manufatti nel progetto dell'opera.

### **ELEMENTI IN SERIE “DICHARATA” O “CONTROLLATA”**

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata dalla seguente documentazione, da conservare a cura del Direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art.58 del DPR n°380/2001  
Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:
  - o i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
  - o apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
  - o le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal Direttore dei lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un laboratorio ufficiale incaricato; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei lavori.

Il Direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie, che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il Direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati come da normativa.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al Direttore dei lavori e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- a) destinazione del prodotto;
- b) requisiti fisici rilevati in relazione alla destinazione;
- c) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- d) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- e) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;
- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;
- la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono

### **ELEMENTI DI PRODUZIONE OCCASIONALE**

E' necessaria la nomina di un Direttore Lavori in stabilimento che provveda al prelievo dei campioni di acciaio e di calcestruzzo ed alla esecuzione delle relative prove.

#### **4.2.10. Tubazioni e pezzi speciali**

##### *4.2.10.1. Generalità*

Per accertare la buona qualità dei materiali impiegati nella fabbricazione dei tubi di qualunque genere, l'esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra e la rispondenza all'uso, l'Amministrazione Appaltante si riserva ampia facoltà di farne sorvegliare la lavorazione in officina a mezzo di propri incaricati e di sottoporre i materiali ed i relativi manufatti a tutte le prove di verifica e collaudo che riterrà necessarie. A tale scopo l'Appaltatore, ad avvenuta consegna dei lavori, sarà tenuto ad indicare il nome delle Ditte prescelte per la fornitura di condotte, pezzi speciali ed accessori idraulici nonché, a garantire il libero accesso nelle officine delle stesse Ditte agli incaricati dell'Amministrazione per la verifica dell'osservanza delle condizioni di fornitura.

L'Appaltatore sarà altresì tenuto a rispettare, in quanto non in contrasto con le disposizioni del presente Capitolato Tecnico -, le particolari norme di accettazione e collaudo prescritte dai seguenti Enti di unificazione e normazione, vigenti all'atto della fornitura: UNI (tubi in ghisa, acciaio, gres, materiale plastico), DIN 4032 (tubi in cemento) e DIN 4035 (tubi in cemento armato).

L'Appaltatore, o per esso la Ditta fornitrice, dovrà procurare, a propria cura e spese, i mezzi e la mano d'opera necessari per eseguire tutte le prove e verifiche richieste.

##### *4.2.10.2. Controlli e verifiche*

La qualità dei materiali impiegati (ghisa, acciaio, gres, cemento armato, materie plastiche,) e le caratteristiche esecutive dei manufatti saranno controllate, ogni qualvolta l'Amministrazione Appaltante lo riterrà necessario, mediante verifiche, prove meccaniche, tecnologiche ed idrauliche prescritte per ogni singolo materiale dalle norme ufficiali, dal presente Capitolato Tecnico o dalla Direzione lavori.

Le prove non distruttive saranno effettuate su appositi campioni prelevati dai singoli lotti, quelle distruttive su campioni o provini ricavati da elementi o pezzi forniti in eccedenza rispetto a quelli ordinati.

Le prescrizioni relative alle caratteristiche geometriche, alle tolleranze, alla marcatura, alla verifica della rettilineità, del diametro interno e dell'ovalizzazione, potranno essere controllate su ciascun elemento della fornitura.

Gli elementi che risultassero non soddisfacenti anche ad una sola delle prescrizioni, saranno rifiutati. Tali controlli, comunque, previo benestare della Direzione lavori, potranno essere eseguiti anche per campioni; in tal caso, qualora gli accertamenti portassero al rifiuto del lotto, l'Appaltatore potrà richiedere che il controllo sulle caratteristiche non soddisfatte venga esteso all'intera della fornitura.

Quando, tutte le prove e le verifiche eseguite avessero esito positivo, il materiale cui esse si riferiscono si intenderà accettato. Di contro, ove un tubo, un elemento di giunto o di condotta in genere, non soddisfacesse ad una delle prove, la stessa dovrà essere ripetuta su un numero doppio di unità dello stesso lotto. L'esito negativo di una di queste seconde prove, giustificherà il rifiuto del lotto.

Qualora l'Amministrazione o per essa la Direzione Lavori rinunciassero a presenziare od a farsi rappresentare all'esecuzione parziale o totale delle prove, l'Appaltatore dovrà consegnare un certificato rilasciato dal fabbricante ed attestante che le prove, alle quali non si è presenziato, sono state effettuate da Ente terzo, secondo il metodo di attestazione conformità 1 alla direttiva 89/106/CEE, in conformità alle norme ed hanno dato esito positivo.

##### *4.2.10.3. Tubazioni in polietilene*

#### **GENERALITÀ**

Dovranno corrispondere alle prescrizioni della normativa UNI EN 12201-2 e UNI EN ISO 15494.

Le materie prime impiegate nella fabbricazione dovranno essere ammesse e riconosciute dall'I.I.P. o da Istituti legalmente riconosciuti in ambito CEE.

Saranno esclusivamente del tipo ad alta densità, a parete liscia, prodotte con PE100 e valore SDR conforme alle specifiche di progetto che nel caso specifico si tratta di SRD17 (PN 10).

Dovranno presentare massa volumica di 0,94-0,96 kg/dm<sup>3</sup>., resistenza a trazione minima di 150 kgf, allungamento a rottura minimo del 500%, temperatura di rammollimento minima 124° (Vicat).

Per i metodi di prova si farà riferimento alla norma UNI 7615-76 - Tubi di polietilene ad alta densità. Metodi di prova.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ PER FLUIDI IN PRESSIONE

#### Generalità

Se destinate al trasporto di fluidi alimentari dovranno, essere conformi ai contenuti della circolare del Ministero della Sanità n° 102 del 02/12/1978 e del DM 21/03/1973 e successivo DM 06/04/2004 n.174 e del DPR n°31 del 02/02/2001 (attuazione direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque per consumo umano).

Dovranno essere del tipo 312 alta densità (acqua potabile e fluidi alimentari), conformi alle norme UNI 12201 (PN 6/10/16 secondo necessità e/o richiesta) e UNI EN 1622.

Saranno esclusivamente del tipo ad alta densità, a parete liscia, prodotte con PE100 e valore SDR conforme alle specifiche di progetto.

Le tubazioni potranno essere fornite in rotoli o in barre, in relazione ai diametri richiesti.

La raccorderia per questo tipo di tubazioni dovrà essere conforme alle Norme UNI EN 12201 di tipo a compressione con coni e ghiere filettate in ottone.

Tale tipo di giunzione potrà essere utilizzata per diametri fino a 3" (75 mm) mentre, per diametri superiori, le giunzioni dovranno essere effettuate mediante saldatura che dovrà essere del tipo a specchio, eseguita con apposita attrezzatura elettrica seguendo scrupolosamente le istruzioni del costruttore.

Per il collegamento di tubazioni in PE.a.d. ad altro tipo di condotte, potranno essere impiegati giunti in acciaio, o altro materiale, a vite e manicotto, per diametri non superiori a 3"; per i diametri superiori dovranno essere impiegate, esclusivamente, giunti a flange.

#### Marcatura

Ogni tubazione dovrà riportare impressi, in maniera evidente ed indelebile, la seguente marcatura minima:

- a) *il riferimento alla norma UNI EN 12201;*
- b) *il nome del Produttore e/o marchio commerciale;*
- c) *il tipo di materiale;*
- d) *il diametro esterno del tubo e lo spessore;*
- e) *il valore SDR;*
- f) *la pressione nominale;*
- g) *la data di produzione;*
- h) *la linea di estrusione;*
- i) *il marchio I.I.P. con il relativo numero distintivo o marchio equivalente, legalmente riconosciuto in ambito CEE.*

### TUBAZIONI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ PER FLUIDI IN PRESSIONE TIPO TS

#### Generalità

Le tubazioni in polietilene dovranno essere corrispondere alle prescrizioni della normativa UNI-EN 12201, essere del tipo TS (Trenchless System), adatte quindi ad essere impiegate con tecnologia "senza scavo" o senza rivestimento con sabbia.

Se destinate al trasporto di fluidi alimentari dovranno, altresì, essere conformi ai contenuti della circolare del Ministero della Sanità n° 102 del 02.12.1978 e del D.M. n° 174 del 06.04.2004.

Saranno esclusivamente del tipo ad alta densità, a parete liscia, prodotte con PE100 e valore SDR conforme alle specifiche di progetto e con materia prima vergine al 100 %.

Le tubazioni potranno essere fornite in rotoli o in barre, in relazione ai diametri richiesti.

I singoli tubi, in funzione dei diametri e delle specifiche di progetto, potranno essere collegati ricorrendo ai seguenti sistemi di giunzione:

- j) *raccorderia in ottone del tipo a compressione o con coni e ghiere filettate;*
- k) *testa a testa;*
- l) *elettrofusione con raccordi elettrosaldabili.*

L'esecuzione delle saldature tra le tubazioni e i pozzetti monolitici e le tubazioni dovranno avvenire in luoghi asciutti, in un campo di temperatura compreso tra -5C° e +40C°; nei casi di pioggia, elevato grado di umidità, vento o irraggiamento solare eccessivo, la zona di saldatura dovrà essere opportunamente protetta. Non sarà ammesso innalzare artificialmente la temperatura delle superfici da saldare. Le saldature dovranno essere eseguite, esclusivamente da personale specializzato, in possesso di apposito patentino e nel rigoroso rispetto della normativa UNI; per maggiori dettagli sulle

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

modalità di esecuzione delle saldature, si rimanda alle tabelle proposte dall'Istituto Olandese per la Saldatura ed in particolare, ai seguenti riferimenti normativi:

- **UNI 9736** – "Giunzioni e raccordi in PE in combinazione tra loro e giunzioni miste ecc."
- **UNI 9737** – "Qualificazione e classificazione dei saldatori di materie plastiche ecc."
- **UNI 10520** – "Processo di saldatura ad elementi termici per contatto ecc."
- **UNI 10565** – "Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto ecc."

Il collegamento di tubazioni in PEad con condotte di altro materiale, potrà avvenire con l'impiego di giunti a vite e manicotto in acciaio o altro materiale, per diametri non superiori a 3"; per i diametri superiori dovranno essere impiegati esclusivamente giunti a flange.

La conformità ai requisiti di cui alla norma UNI-EN 12201 parte 1 della materia prima impiegata nella estrusione dei tubi forniti, dovrà essere documentata dai produttori e copie dei relativi report dovranno essere forniti alla DD.LL. In particolare dovrà essere documentata dal produttore la "resistenza alla propagazione della frattura" e la "resistenza ai carichi concentrati" e dovrà essere certificato il rispetto dei valori dei seguenti parametri, al fine di garantire un adeguato livello di sicurezza e di idoneità all'uso:

- m) *strato esterno colorato pari al 10% dello spessore del tubo con processo di coestrusione, conforme alla normativa europea DIN EN 12007 e DIN EN, DVS, DVGW con certificato DIN EN ISO / IEC 17025 per posa senza letto di sabbia;*
- n) *MRS  $\geq 10$  MPa;*
- o) *OIT (Oxidation Induction Time)  $\geq 50$  min;*
- p) *RCP (Rapid Crack Propagation): arresto, SDR11 / 0°C / 10,0 bar (Diam. 250), 24,0 bar (Diam. 500);*
- q) *SCG (Slow Crack Growth)  $\geq 5000$  h / 80°C / 9,2 bar, SDR 11, Diam. 110 o 125.*

### Marcatura

Ogni tubazione dovrà riportare impressi, in maniera evidente ed indelebile, la seguente marcatura minima:

- r) *il riferimento alla norma UNI EN 12201;*
- s) *il nome del Produttore e/o marchio commerciale;*
- t) *il tipo di materiale;*
- u) *il diametro esterno del tubo e lo spessore;*
- v) *il valore SDR;*
- w) *la pressione nominale;*
- x) *la data di produzione;*
- y) *la linea di estrusione;*
- z) *il marchio I.I.P. con il relativo numero distintivo o marchio equivalente, legalmente riconosciuto in ambito CEE.*

### Certificati

I materiali forniti dovranno essere certificati secondo le norme sopra riportate secondo il metodo di attestazione conformità 1 alle direttive 89/106/CEE.

#### 4.2.10.4. Tubazioni in P.V.C.

La tubazione sarà costituita da tubi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma secondo la norma UNI 1401-1.

Su ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e la pressione di esercizio.

La direzione dei lavori potrà prelevare campioni di tubi ed inviarli ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione; qualora i risultati non fossero rispondenti a dette norme l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla sostituzione dei materiali non accettati.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### 4.2.10.5. Tubazioni in acciaio (Norma UNI 10255/2007)

#### Generalità

Le tubazioni in acciaio dovranno essere del tipo saldato per accostamento, con saldatura per accostamento Fretz-Moon (FM) o per resistenza elettrica (ERW), conformi alle norme UNI 10255/2007, con estremità lisce idonee per saldature di testa o con filettatura conica UNI – ISO 7/1, con o senza manicotto UNI – ISO 50.

La qualità dell'acciaio da impiegare nelle tubazioni dovrà essere Fe 360 o FE 410 e le stesse dovranno essere zincate esternamente ed internamente mediante ciclo di zincatura a bagno caldo, in conformità alle norme UNI EN 10240; il successivo rivestimento esterno sarà in polietilene a triplo strato, applicato sul tubo nudo e così formato:

- *strato di primer epossidico a due componenti;*
- *strato di adesivo di opportuno spessore;*
- *strato di polietilene, estruso a calza o a banda laterale, con spessore variabile secondo le norme UNI 9099 e DIN 30670.*

Le lunghezze delle tubazioni saranno di norma variabili da 6,00 a 12,00 m ca. e presenteranno estremità nude su cui sarà applicato, a protezione temporanea del rivestimento in polietilene, un primer protettivo.

Per quanto concerne il processo di produzione, le caratteristiche metallurgiche e meccaniche, le dimensioni, masse e tolleranze delle tubazioni, si richiama interamente quanto riportato nelle norme testé richiamate.

Le saldature delle tubazioni in acciaio dovranno essere eseguite secondo le prescrizioni contenute nelle "Norme Generali concernenti l'esecuzione e l'impiego della saldatura elettrica" adottate dal Ministero delle Comunicazioni e stabilite nel D.M. 26 febbraio 1926, integrate con la circolare in data 20 novembre 1939, della legge 1086 del 5.11.71 e seguenti, nonché delle Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

L'Impresa dovrà presentare all'Amministrazione Appaltante documenti che provino di aver eseguito opere saldate elettricamente o, quanto meno, di avere alle dipendenze operai specializzati in tali saldature.

A completamento delle "Norme" citate si precisa quanto segue:

#### Esecuzione della saldatura

Le saldature dovranno essere eseguite con la massima cura, a perfetta regola d'arte e dovranno risultare della Classe I. Le superfici sulle quali dovranno applicarsi saranno tenute accuratamente libere da ruggine o altri ossidi, umidità, pelle di laminazione, scaglie, vernice, o altre impurità, in modo da presentare il metallo perfettamente nudo e pulito. I cordoni di saldatura saranno formati da una successione di strati sovrapposti (passate) compenetrati intimamente l'uno nell'altro. Il numero di passate, che sarà in relazione all'elemento da saldare, non dovrà essere inferiore a due. Lo spessore di materiale di apporto depositato da una passata non dovrà superare i 4 mm. Le saldature, salvo nel caso di assoluta impossibilità, dovranno essere riprese all'inverso, dopo la pulizia dalla radice al vertice del cordone. Ciascuna passata dovrà presentare una buona penetrazione marginale col metallo base e con la precedente passata dovrà essere priva di soluzione di continuità, fenditure, soffiature. Prima di compiere la passata successiva si dovrà provvedere all'asportazione delle scorie mediante martelli leggeri e spazzole in modo che il metallo risulti nudo e netto.

#### Verifica delle saldature

La Direzione lavori si riserva il controllo di tutte le saldature mediante ultrasuoni, eventuali difetti, che così venissero riscontrati, verranno documentati nella loro entità mediante radiografia. A tale scopo l'impresa dovrà disporre il cantiere di apposite apparecchiature portatili per l'effettuazione di controlli. A seguito di tali controlli, la Direzione dei Lavori potrà ordinare, la ricostruzione completa delle saldature che, a proprio insindacabile giudizio, non risultassero rispondenti ai requisiti di ottima esecuzione richiesta per le stesse.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### 4.2.10.6. Tubazioni in acciaio inox

#### Generalità

I tubi ed i pezzi speciali utilizzati per i collegamenti idraulici dovranno essere del tipo AISI 304 o AISI 316, secondo le prescrizioni di progetto.

I tubi e la raccorderia dovranno essere realizzati con procedimenti di saldatura qualificati da Enti di collaudo nazionali o internazionali (es. ISPESL, RINA et al.).

Il materiale dovrà aver ricevuto una finitura superficiale mediante decapaggio e passivazione. Le caratteristiche meccaniche e la composizione chimica dovranno rispettare le norme:

- ASTM A240/A240M
- DIN 17440
- EURONORM
- AFNOR.

Le caratteristiche dimensionali (diametri, spessori nominali e pesi) dovranno invece essere conformi alla classificazione ANSI B36.10 - sch. 10.

### 4.2.10.7. Tubazioni, pezzi speciali e sistemi di giunzione

#### Tubazioni e pezzi speciali in acciaio inox

Tutti gli elementi di tubazione ed i pezzi speciali da installare all'interno degli impianti di qualsiasi tipo, dai punti di collegamento con i collettori di immissione e mandata, dovranno essere in acciaio inox, dei tipi specificati negli elaborati progettuali.

Le tubazioni ed i pezzi speciali in acciaio inox dovranno essere prodotte esclusivamente da aziende dotate di Sistema di Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001 e UNI EN ISO 9002 e, in relazione alle specifiche progettuali, essere conformi alle norme AISI 304 e AISI 316/L.

I procedimenti di fabbricazione, collaudo e certificazione delle condotte dovranno rispettare le normative vigenti e, comunque, le norme ASTM A312-A358-A409-A403-A530-A370.

Tubazioni ed i pezzi speciali dovranno risultare scordati esternamente e rifiniti mediante decapaggio e passivazione.

Il decapaggio, finalizzato ad evitare fenomeni corrosivi localizzati, potrà essere di tipo meccanico o chimico; in entrambi i casi sarà necessario eliminare tutte le scorie, più o meno resistenti, che si formano sulla superficie dell'acciaio; potranno anche essere utilizzati sistemi meccanici con l'impiego di sabbia silicea, corondone o con sfere di vetro o acciaio inox. Qualora la quantità di scaglia sia di considerevole spessore e risulti particolarmente aderente alla superficie metallica si dovrà procedere con due o più cicli di decapaggio, anche con metodologie diverse (meccanici più energici e chimici). Nel caso fosse necessario decapare solo una parte del componente (saldature, ecc.), sarà possibile impiegare paste decapanti applicate a freddo nella zona da trattare e la successiva rimozione delle stesse, dopo il tempo di applicazione previsto dalle specifiche del prodotto mediante lavaggio in acqua.

La passivazione ha lo scopo di ripristinare lo strato passivo degli acciai inossidabili ed eliminare tracce di metalli meno nobili o di depositi vari, allo scopo di evitare corrosioni da vaiolatura "pitting" o interstiziali "crevice". Il trattamento di passivazione in cantiere dovrà essere effettuato in tutti i casi in cui l'acciaio inossidabile sia stato lavorato con utensili impiegati in precedenti lavorazioni di metalli meno nobili o, sia venuto a contatto con semilavorati o con strutture in acciaio al carbonio. Dopo il trattamento di decontaminazione sarà necessario procedere ad un accurato lavaggio in acqua in modo da eliminare ogni traccia di soluzione acida.

Le caratteristiche dimensionali delle tubazioni dovranno essere conformi alle norme ANSI B 36.19 e B 36.10 e, in particolare, dovranno fare riferimento alla seguente tabella:

DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Ø est. [mm]	33.7	42.4	48.3	60.3	76.1	88.9	114.3	141.3	168.3	219.1	273.0	323.9	355.6	406.4	508.0
Spess [mm]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0

Le curve a 90° (con raggio di curvatura  $\geq 1.5 D$ ) e le riduzioni tronco coniche dovranno avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 16.9, i raccordi a "T" dovranno essere ricavati da tubi saldati ed avere dimensioni conformi alle norme ANSI B 31.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### **Giunzioni**

Il collegamento tra tubi in acciaio inox e raccordi, pezzi speciali ed accessori di altro materiale potrà avvenire mediante:

- giunzioni a serraggio meccanico tipo "STRAUB" in acciaio inox AISI 304, dotate di guarnizioni in elastomero sintetico (EPDM, caratterizzate da una durezza di 60 Shore A), in grado di lavorare per flessione e non per reazione elastica della gomma in grado, quindi, di garantire un effetto progressivo della tenuta nel tempo, indipendentemente dalla possibile riduzione di elasticità della gomma per effetto dell'invecchiamento; tali giunzioni dovranno consentire deviazioni angolari fino a 5° ed essere in grado di permettere il collegamento di tubazioni di materiale diverso con terminali lisci, senza richiedere alcuna preparazione degli stessi;
- saldatura dei singoli elementi effettuata da saldatori patentati per saldature su acciaio inox con Enti riconosciuti a livello europeo (Lloyd Register's, RINA, Istituto Italiano Saldatura).  
I processi di saldatura e le qualifiche dei saldatori dovranno comunque essere conformi alle norme UNI 1307/1, UNI 6915, UNI 6916, UNI 7711, UNI 8032, UNI EN 288/1, UNI EN 288/2, UNI EN 288/3.

Le giunzioni saldate potranno essere eseguite tanto all'arco elettrico che ossiacetilenica, per diametri < di mm 100 mentre, per diametri superiori, dovrà essere tassativamente eseguita all'arco elettrico.

Il collegamento degli elementi mediante saldatura autogena dovrà essere eseguita in modo tale da evitare irregolarità e sbavature del metallo di riporto; i cordoni di saldatura dovranno avere uno spessore non inferiore a quello dell'elemento di tubazione da saldare, larghezza costante ed essere esente da porosità od altri difetti. Dovranno essere eseguiti in modo da compenetrarsi completamente nel metallo base lungo tutta la superficie di unione; la superficie di ogni passata, prima che sia eseguita la successiva, dovrà essere ben pulita e liberata da scorie mediante leggero martellamento ed accurata spazzolatura.

- a flange, mediante interposizione, tra le facce di contatto delle flange, di guarnizioni di gomma telata o amiantite, a forma di corona circolare, spessore non inferiore a mm 3 e dimensioni tali da risultare, dopo il serraggio dei bulloni, delle medesime dimensioni delle facce di contatto, senza sporgenze nel lume delle tubazioni.

Nell'esecuzione di giunzioni a flange dovranno essere osservate le seguenti modalità operative:

- accurata pulizia da ossido, grassi o sostanze estranee, delle facce di contatto delle flange e della guarnizione;
- serraggio dei bulloni per coppie opposte.

Salvo diverse e specifiche indicazioni i fori delle flange dovranno essere sfalsati in conformità a quanto prescritto dalle tabelle UNI EN 1092-1.

Le flange da impiegare dovranno essere in acciaio tipo Aq 34 UNI 3986 con un carico di rottura a trazione minimo 33 kg/mm<sup>2</sup> mentre, i tipi, potranno essere i seguenti:

- flange cieche UNI 6092/67;
- flange da saldare a sovrapposizione, circolari secondo UNI 2277/67;
- flange da saldare di testa UNI 2281/67;

La superficie di tenuta sarà:

- a gradino secondo UNI 2229/67;
- a faccia piana secondo UNI 2277/67.

### **Tubazioni, raccordi ed accessori di ghisa sferoidale**

Devono soddisfare alla Norma UNI EN 598/1995 (versione ufficiale in lingua italiana della norma EN 598 del settembre 1994).

## **AUTOSTRADA DEL BRENNERO**

**SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO**

### **4.2.10.8. Tubazioni – Posa in opera**

#### **Pulizia dei tubi ed accessori**

Prima di essere posto in opera, ciascun tubo, pezzo speciale ed apparecchio, deve essere accuratamente pulito da qualunque altro elemento estraneo. Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata devono essere tappati accuratamente, durante l'interruzione del lavoro, con tappi di legno o in Pead elettrosaldato.

#### **Discesa dei tubi, pezzi speciali ed apparecchi**

I tubi, pezzi speciali ed apparecchi devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati evitando urti, cadute ecc.. I singoli elementi dovranno avere in opera, evitando spostamenti notevoli entro lo scavo.

#### **Preparazione del piano di posa**

La posa dei tubi dovrà essere fatta di norma secondo le disposizioni che tratto per tratto impartirà la Direzione Lavori, su un letto di posa formato con sabbia, come da disegni di progetto.

Qualora dal Direttore dei Lavori sia ritenuto necessario consolidare il piano di posa, questo consolidamento sarà effettuato mediante platea di calcestruzzo cementizio semplice od armato, con le modalità che saranno ordinate dal Direttore dei Lavori.

E' vietato nel modo più assoluto l'impiego di pezzi di pietra, ferro o altro sotto i tubi per stabilire gli allineamenti.

#### **Scavo delle nicchie**

La dimensione delle nicchie, necessarie per le saldature in opera o altro, deve essere tale che, a giudizio del Direttore dei Lavori, gli operai possano eseguire il loro lavoro con libertà di azione e tranquillità.

L'onere per lo scavo delle nicchie stesse è compensato con il prezzo dello scavo teorico di progetto per la posa della condotta.

#### **Profondità**

La profondità di posa è indicata nei disegni di progetto.

#### **Precauzioni da aversi durante i lavori**

Durante l'esecuzione dei lavori di posa, debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi, con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi ecc. che possono danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni, si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali - senza comunque interessare i giunti - che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele, è a carico dell'Appaltatore. Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con tappo di legno. E' vietato praticare tale chiusura in modo diverso.

#### **Posa in opera dei tubi**

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo i tratti di condotte da eseguire e saranno state raggiunte le profondità di scavo fissato nei profili, l'Appaltatore farà porre e quotare, con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti sia nei punti del fondo della vasca che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 20 m.

Con riferimento a detti picchetti, verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo il letto di posa; verranno quindi disposte delle travi di legno in posizione tale che una delle facce sia a piombo con il centro del picchetto corrispondente.



## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Queste travi verranno situate ad un'altezza costante sul piano di posa: questa altezza corrisponderà al diametro massimo esterno del tubo da posare, maggiorato di una misura costante.

Su ciascuna trave si tratterà con precisione l'allineamento tra vertice e vertice; quindi si procederà allo scavo delle nicchie per l'esecuzione delle giunzioni ed alla perfetta sistemazione del fondo della fossa, come verrà prescritto dalla Direzione Lavori.

I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni, facendo riferimento ad una cordicella tesa fra le travi precedentemente descritte.

I tubi, su proposta dell'Appaltatore e previa autorizzazione dell'Appaltatore, potranno essere saldati anche fuori opera, per tronchi costituiti da non più di 5-6 elementi normali della massima lunghezza. In tal caso, particolarmente accurata, dovrà essere la discesa del tubo stesso.

Prima di essere calati nei cavi tutti i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno delle materie che eventualmente vi fossero depositate.

Inoltre, dato che il montaggio in questo caso viene effettuato completamente fuori terra, si eseguirà una prima prova di tenuta delle giunzioni ed il successivo rivestimento della zona del giunto prima di collocare le tubazioni nello scavo.

La tubazione verrà portata in pressione con aria compressa a 6-7 atm ed i giunti verranno controllati con acqua fortemente saponata. Quest'ultima prova verrà esclusa se le giunzioni nello scavo rimarranno con possibilità di controllo durante la prova idraulica.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico di progetto approvate dalla Direzione Lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione stessa.

In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui fossero stati previsti sfiati e scarichi. Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'Appaltatore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quello di rimuovere la tubatura già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale.

Gli assi dei tubi consecutivi debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono solo consentite deviazioni sino ad un massimo di cinque gradi nei tubi con giunto saldato, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio.

I tubi debbono essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

### Giunzioni per tubazioni di ghisa e d'acciaio a flangia

Questo giunto è adoperato normalmente per il collegamento di pezzi speciali ed apparecchi.

Il giunto consiste nell'unione mediante bulloni a vite di due flange - poste alle estremità dei tubi, o pezzi speciali od apparecchi da collegare - fra le quali sia stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di mm 3 o in gomma (o in cuoi) dello spessore minimo di mm 5 con interposto doppio strato di tela.

Le guarnizioni avranno la forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno della flangia. E' assolutamente vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa delle condotte sia indispensabile l'impiego di ringrossi fra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. E' vietato in modo assoluto ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per coppie di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro, evitando di produrre con anormali sollecitazioni della flangia la rottura di questa.

Stretti i bulloni, la rondella sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e col martello per ottenere una perfetta tenuta.

### Giunzioni con saldatura elettrica per tubi di acciaio

Le saldature verranno eseguite secondo le prescrizioni contenute nelle "Norme Generali concernenti l'esecuzione e l'impiego della saldature elettrica" adottate dal Ministero delle Comunicazioni e stabilite nel D.M. 26 Febbraio 1926, integrato con la circolare in data 20 Novembre 1939 e successive.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Dovranno inoltre tenersi presenti, qualora all'atto dell'appalto non fossero già definitivamente approvate - nel qual caso diverranno vincolanti - le proposte di "Norme per l'esecuzione in cantiere ed il collaudo delle giunzioni circonferenziali mediante saldatura dei tubi di acciaio per condotte d'acqua" dell'A.N.D.I.S., riportate nel fascicolo di Gennaio/Febbraio n. 1 del 1962 della rivista "Ingegneria Sanitaria".

L'Appaltatore dovrà presentare all'Appaltante documenti che provino di aver eseguito opere saldate elettricamente o quanto meno di avere alle dipendenze operai specializzati in tali saldature.

Le saldature dovranno essere effettuate con temperatura ambiente uguale o superiore a +3 C; per temperature più basse dovrà essere concordato un opportuno trattamento di preriscaldamento; si dovrà evitare di effettuare saldature quando le condizioni atmosferiche di pioggia, forte umidità, vento siano giudicate pregiudizievoli per la buona esecuzione delle saldature stesse.

La Direzione Lavori sarà comunque chiamata a decidere in merito.

### Fasce e manicotti termorestringenti

Le fasce e i manicotti termorestringenti sono costituiti da un supporto di uno speciale polietilene, reticolato per bombardamento con elettroni, e da uno strato di mastice adesivo.

Le fasce sono avvolte intorno al tubo e sigillate con un nastro adesivo termorestringente, mentre i manicotti sono infilati intorno ad esso prima del suo collegamento alla tubazione. Prima dell'applicazione la superficie metallica da rivestire (in genere, giunti di saldatura, giunti a bicchiere, giunti isolanti, curve) deve essere preriscaldata ad una temperatura di circa 60 C.

Dopo aver messo in posto la fascia o il manicotto, essi sono riscaldati dall'esterno con una fiamma, a cominciare dalla parte centrale e procedendo poi verso le loro estremità. Per effetto del calore il materiale si ritira e va ad aderire fortemente sul tubo; il mastice va a riempire tutte le cavità più piccole e sigilla i bordi esterni.

### *4.2.10.9. Tubazioni – Prova idraulica dei collettori di rete funzionanti a pelo libero ed a pressione*

L'accettazione dei collettori da parte della Direzione Lavori è subordinata all'esecuzione della prova idraulica, come previsto dal D.M. 12/12/85 Norme tecniche relative alle tubazioni, da effettuarsi secondo le modalità di seguito indicate.

### COLLETTORI A PELO LIBERO

Le tubazioni e i pozzetti d'ispezione e di raccordo devono essere costruiti a tenuta d'acqua. Tutte le bocche di apertura del tronco di linea da collaudare e delle sue eventuali diramazioni vanno chiuse ermeticamente mediante appositi tappi pneumatici a tenuta, dei quali uno munito di sfiato e colonna piezometrica di caricamento. Le linee devono venire tappate appena prima del riempimento con acqua, per evitare eventuali fenomeni di galleggiamento provocati da allagamenti imprevisti.

Il riempimento dovrà avvenire lentamente per consentire la completa evacuazione dell'aria contenuta nelle tubazioni, tramite l'apposito sfiato.

In funzione del tipo di materiale adottato è previsto un "tempo preliminare di riempimento" per consentire il completo assorbimento d'acqua da parte delle pareti delle tubazioni.

In particolare le norme DIN 4033 prevedono i seguenti tempi preliminari di riempimento:

- tubazioni in grès ceramico = 1 h
- tubazioni in materie plastiche = 1 h
- tubazioni in ghisa o acciaio senza rivestimento in malta di cemento = 1 h
- tubazioni in ghisa con rivestimento in malta di cemento alluminoso = 24 h
- tubazioni in cemento o cemento armato = 24 h

La pressione interna di collaudo è fissata in 0,5 bar, misurati sul punto più depresso del tratto esaminato.

La pressione di prova va mantenuta per 15', dopo di che il valore dei rabbocchi necessari va confrontato con i valori ammissibili in termini di perdite per metro quadrato di superficie bagnata.

I valori ammissibili di riferimento sono riportati nella tabella che segue:

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

MATERIALE DEI CONDOTTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	RABBOCCO IDRICO AMMISSIBILE 1/mq (in 15')
Grès ceramico	UNI-EN 295-3	0,07
Ghisa sferoidale	UNI-EN 598	0,02
Acciaio	DIN 4033	0,02
Materie plastiche	DIN 4033	0,02
Tubazioni in cemento:		
DN 100 - 600	DIN 4033	0,15
DN 700 - 1000	DIN 4033	0,13
oltre DN 1000	DIN 4033	0,10
altre sezioni	DIN 4033	0,10

In luogo delle prove ad acqua, a discrezione della D.L. potranno essere eseguite prove ad aria che forniscono un risultato di tipo qualitativo.

La prova ad aria prevede che le tubazioni debbano poter resistere ad una pressione pari a 100 mm di colonna d'aria, preliminarmente la pressione va portata a 300 mm di colonna d'aria e mantenuta per 5 (cinque) minuti per consentire all'aria di portarsi all'equilibrio termico.

Nel caso di esito negativo delle prove di tenuta, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla ricerca delle cause e provvedere alle necessarie riparazioni.

A ripristini ultimati si dovrà procedere alla ripetizione delle prove di collaudo.

I tratti interessati dal collaudo dovranno corrispondere ad almeno il 50% (cinquanta per cento) dell'estesa totale dei tratti posati, restando inteso che qualora l'esito fosse negativo, si estenderà la prova fino al 100% (cento per cento) delle tubazioni e si provvederà, a cura e spese dell'Impresa, all'ispezione televisiva completa delle linee posate con le modalità previste per tale tipo di intervento. Il collaudatore avrà comunque la facoltà, in sede di collaudo tecnico amministrativo, di richiedere la ripetizione o l'estensione delle prove di tenuta.

### CONDOTTE IN PRESSIONE

L'Appaltatore è strettamente obbligato ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente all'esecuzione delle giunzioni la costruzione delle murature di contrasto e di ancoraggio. Successivamente non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature avanti dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove. Tutti i danni, per quanto gravi ed onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno effettuate per tratti di lunghezza media di 100 m restando però in facoltà della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Appaltatore. Dovrà quindi approvvigionare l'acqua per il riempimento delle tubazioni, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e di tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature ed ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a scavo chiuso.

Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prova, il personale della Direzione Lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti.

A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere bene aperte e sgombre tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti e asciutti perfettamente.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta per tutta la sua durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti e del grafico del manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Eseguita la prima prova con esito favorevole, si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza, sempre se ritenute idonee dalla Direzione Lavori e compattandole con la massima cura.

La rimozione e la sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, così come pure la posa dei nuovi tubi.

Le due prove saranno eseguite ad una pressione pari a  $p = 1,5 p$  esercizio e comunque non inferiore a  $p$  esercizio + 5 bar.

Entrambe le prove avranno la durata di 6 ore.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita, mediante prova idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa.

La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo.

La pressione sarà mantenuta costante per 6 ore con piccoli colpi di pompa, ove occorra, a reintegro del volume di acqua assorbito. Se la pressione di prova non può essere mantenuta altro che con pompaggio continuo, la prova deve ritenersi negativa.

La prova sarà ritenuta favorevole soltanto quando non si abbia alcuna perdita alle giunzioni e lungo le tubazioni e la variazioni di pressione segnalate del manometro registratore, controllate con un manometro, siano completamente giustificate e comunque non superiori all'1%.

Rinterrato completamente lo scavo, sarà ripetuta la prova per la durata di 6 ore alla pressione sopra indicata.

### 4.2.11. Pozzetti in PE alta densità

#### 4.2.11.1. Prescrizioni

I pozzetti di ispezione per collettori in PE a.d., salvo diversa specifica prescrizione, saranno in PE alta densità del DN previsto in progetto e prodotti da aziende con certificazione ISO 9001-2000; il polietilene utilizzato nella costruzione dei singoli elementi dovrà essere del tipo vergine al 100% e presentare le caratteristiche sotto descritte:

- densità non inferiore a  $0,944 \text{ kg/dm}^3$  secondo ISO 1183;
- resistenza a trazione 18 Mpa secondo ISO 527-2;
- modulo di elasticità = a 700 Mpa secondo ISO 178 per una temperatura di infrangimento  $< 70^\circ \text{ C}$  secondo ISO 974.

I pozzetti potranno avere funzione di linea, cambio di direzione o compensazione e saranno del tipo autoportante, a struttura monolitica e sezione circolare, prodotti ottenuti mediante procedimento di fusione centrifugata. Dovranno essere forniti in elementi già assemblati in fabbrica, sulla base delle quote risultanti dai profili di progetto esecutivo. Solamente la parte in sommità sarà accorciata se necessario per il raggiungimento delle quote fissate negli stessi profili. Tutti gli elementi dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- essere dotati di anelli contro la spinta ascensionale di raggio non inferiore a mm 60, oltre al diametro della parete;
- avere nervature di rinforzo sia orizzontali che verticali per resistere ai diversi tipi di spinta;
- avere l'elemento terminale di forma conica con passo d'uomo eccentrico di diametro non inferiore a mm 625, riducibile in altezza con passo di mm 250.

E' necessario prevedere un dispositivo per garantire il corretto deflusso dei reflui e stabilizzare il pelo libero affinché non si formino perturbazioni in uscita dai pozzetti di ispezione, sia che questi presentino un salto di fondo o meno.

In linea generale i pozzetti di linea, di curva e di compensazione saranno così costituiti:

- da elementi **monoblocco**:
  - l'elemento di base con fondo semisferico, completo di tronchetto in PE a.d. del diametro di progetto, saldato per estrusione al fondo dell'elemento stesso, con pendenza conforme a quanto riportato nei profili ed idoneo al collegamento, mediante saldatura di testa, con le condotte di scarico fino al diametro esterno di mm 1'000;

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- l'elemento di prolunga, di altezza utile al raggiungimento delle quote fissate dai profili di progetto, con immissione da ricavata tangenzialmente alla parte cilindrica, mediante saldatura per estrusione di tronchetto in PE a.d. di diametro pari a quello dei collettori di progetto;
- l'elemento terminale di forma conico - eccentrico con passo d'uomo del diametro di mm 616, riducibili con moduli di mm 250, in relazione alla quota d'imposta del chiusino di ispezione in ghisa.

### 4.2.11.2. Assemblaggio

L'esecuzione delle saldature tra i pozzetti monolitici e le tubazioni dovranno avvenire in luoghi asciutti, in un campo di temperatura compreso tra  $-5^{\circ}\text{C}$  e  $+40^{\circ}\text{C}$ ; nei casi di pioggia, elevato grado di umidità, vento o irraggiamento solare eccessivo, la zona di saldatura dovrà essere opportunamente protetta. Non sarà ammesso innalzare artificialmente la temperatura delle superfici da saldare. Le saldature dovranno essere eseguite, esclusivamente da personale specializzato, in possesso di apposito patentino e nel rigoroso rispetto della normativa UNI; per maggiori dettagli sulle modalità di esecuzione delle saldature, si rimanda alle tabelle proposte dall'Istituto Olandese per la Saldatura ed in particolare, ai seguenti riferimenti normativi:

- **UNI 9736** – "Giunzioni e raccordi in PE in combinazione tra loro e giunzioni miste ecc."
- **UNI 9737** – "Qualificazione e classificazione dei saldatori di materie plastiche ecc."
- **UNI 0520** – "Processo di saldatura ad elementi termici per contatto ecc."
- **UNI 10565** – "Saldatrici da cantiere ad elementi termici per contatto ecc."

### 4.2.11.3. Posa in opera

La posa sarà effettuata su un piano di sabbia, spessore cm 20 compattato al 95% di SPD (standard proctor density), determinato secondo la normativa DIN 18127. Dopo aver provveduto al collegamento di tutte le tubazioni in immissione ed uscita ed aver controllato la perfetta verticalità del manufatto, si dovrà procedere al rinfilanco, per tutta la larghezza della trincea, con l'impiego di misto cementato, provvedendo con l'impiego di costipatore meccanico a scoppio, al contemporaneo costipamento del materiale in strati non superiori a cm 30, fino ad ottenere un grado di compattazione pari al 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127.

### 4.2.11.4. Marcatura

Ogni pozzetto monolitico dovrà riportare impressi, in maniera evidente ed indelebile, la seguente marcatura minima:

- aa) il riferimento alla norma UNI EN 12201;
- bb) il nome del Produttore e/o marchio commerciale;
- cc) il tipo di materiale;
- dd) il diametro esterno del tubo e lo spessore;
- ee) il valore SDR;
- ff) la pressione nominale;
- gg) la data di produzione;
- hh) la linea di estrusione;
- ii) il marchio I.I.P. con il relativo numero distintivo o marchio equivalente, legalmente riconosciuto in ambito CEE.

### 4.2.11.5. Certificazioni

Pena la mancata autorizzazione alla posa in opera, la fornitura dei pozzetti dovrà essere accompagnata dalla seguente documentazione e certificazione:

- garanzia decennale;
- certificato di provenienza della materia prima;
- certificato di verifica statica;
- certificazione rilasciata da Istituto autorizzato per l'apposizione del marchio "U".
- certificato rilasciato da Istituto autorizzato terzo – secondo il metodo di attestazione di conformità 1 alla direttiva 89/106/CEE.

#### **4.2.12. Chiusini in ghisa**

##### *4.2.12.1. Prescrizioni*

I chiusini per l'ispezione dei collettori saranno in ghisa sferoidale GS 500-7 a norme UNI EN 1563, conformi alla classe D 400 della norma UNI EN 124/1994, prodotti con certificazione di qualità a norma ISO 9002, completi delle diciture richieste dalla Stazione appaltante e costituiti da:

- coperchio circolare, articolato tramite rotula alloggiata in apposita sede ricavata nel telaio; il sistema di articolazione dovrà permettere l'apertura del coperchio e garantirne il blocco di sicurezza nella posizione a 90° nonché, l'estrazione;
- telaio a pianta quadrata o circolare, munito di guarnizione continua in elastomero antirumore e di fori per l'eventuale ancoraggio alle solette di copertura dei pozzetti;
- rivestimento con vernice protettiva bituminosa o idrosolubile, non inquinante e non tossica;
- passo d'uomo non inferiore a mm 600.

##### *4.2.12.2. Modalità di posa*

Fatto salvo il caso dei chiusini da installare a scomparsa nelle sedi stradali, alla profondità fissata dall'Ente proprietario, la superficie superiore dei chiusini, a posa avvenuta, dovrà trovarsi alla quota esatta dei piani stradali finiti. Tale quota dovrà essere raggiunta esclusivamente tramite l'utilizzo di appositi anelli raggiungi quota prefabbricati in calcestruzzo, legati con malta di cemento dosata a kg 500; nella sopraelevazione dei chiusini, è tassativamente vietato l'impiego di elementi in laterizio, pietre o cocci.

Prima della posa, la superficie di appoggio dovrà essere accuratamente pulita, bagnata e quindi, posta su un letto di malta dosata a kg 500 di cemento tipo 325, sul quale sarà quindi appoggiato il telaio; ultimate le operazioni sopradescritte, tanto gli elementi di sopraelevazione quanto il telaio, dovranno essere solidamente immorsati mediante il getto di una corona in calcestruzzo Rck 35 N/mm<sup>2</sup>, spessore medio cm 15.

I chiusini non potranno essere sottoposti a traffico prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa.

**In ordine alle modalità di posa, con particolare riguardo all'orientamento, dovrà essere tassativamente rispettata la seguente prescrizione:**

*“la posa dovrà avvenire in modo che l'asse passante per la cerniera ed il dispositivo di apertura sia parallelo a quello stradale e che l'apertura dei chiusini avvenga in senso contrario al flusso veicolare della corsia di marcia interessata dalla posa”.*

#### **4.2.13. Impianto di disoleatura in continuo**

Il disoleatore a coalescenza deve essere classe I configurazione S-II-I-P CERTIFICATO DA ENTE TERZO CE EN 858.

L'impianto dovrà essere costituito da:

- (S) sedimentatore realizzato in calcestruzzo armato di qualità C 50/60 XA2T secondo EN 206-1:2001 che presenterà un dispositivo di chiusura automatica in acciaio inox con funzione di controllo della portata in corrispondenza dell'entrata al fine di ridurre la velocità di ingresso, garantire una portata uniforme e consentire ai sedimenti di depositarsi. Tale dispositivo, marcato con la massa volumica del liquido leggero appropriata, mediante chiusura dell'apposito sistema galleggiante tarato a 0,85 oppure 0,90 oppure 0,95 g/cm, dovrà evitare il sovraccarico del sistema.
- (II) Separatore Classe II realizzato in calcestruzzo armato di qualità C 50/60 XA2T secondo EN 206-1:2001 dimensionato secondo EN 8582 che avrà funzione di ridurre il carico massimo ammissibile di olio sotto di 100 ppm. classe II secondo EN 858-1
- (I) Separatore Classe I realizzato in acciaio inox X6 crNi 1810 secondo EN 10088-2 EN10088-3 dimensionato secondo EN 858-2 contenente una speciale batteria di pacchi lamellari che avrà funzione di ridurre il carico massimo ammissibile di olio sotto di 10 ppm. classe I secondo EN 858-1
- (P) Apertura di campionamento secondo EN 10088-2 EN10088-3 dimensionata secondo EN 858-1

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

L'impianto di separazione dovrà essere realizzato con calcestruzzo auto compattante (SCC Classe di consistenza del calcestruzzo fresco UNI EN 206-1 S5 superfluida) qualità minima C50/60 B6 XA2T con resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck} > 60 \text{ N/mm}^2$  in conformità al punto 4.3.1 della EN 206-1:2001. Il calcestruzzo dovrà essere "ad Altissima Resistenza ai Solfati" classificato secondo le norme UNI 9156, dovrà essere ricco di C2S e C4AF, per resistere alle acque aggressive e ad alto contenuto salino. Al fine di evitare fenomeni espansivi causati dal composto chimico fra acque solfatiche o selenitose e l'alluminato tricalcico il calcestruzzo dovrà essere privo di C3A, che non solo garantirà la massima resistenza ai solfati ma conferirà al prodotto un'alta resistenza alle aggressioni di acque carboniche ed acide e lo renderà particolarmente idoneo all'uso in ambiente marino e a contatto con gliceridi (oli e grassi). Il calcestruzzo inoltre dovrà avere una comprovata resistenza chimica agli oli minerali avendo effettuato test di schiacciamento dopo prova di 1000 ore in immersione con:

- acqua demineralizzata tenuta a  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- olio combustibile in conformità alla ISO 8217, designazione ISO-F-DMA, tenuto a  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;
- combustibile senza piombo in conformità alla EN 228 tenuto a  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;
- una miscela tenuta a  $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , come segue: -90% (m /m) di acqua demineralizzata;
- 0,75% (m /m) di idrossido di sodio;
- 3,75% (m /m) di ortofosfato di sodio;
- 0,50% (m /m) di silicato di sodio;
- 3,25% (m /m) di carbonato di sodio;
- 1,75% (m /m) di metafosfato di sodio.

Ciascuna prova durerà 1000 h. Dopo le prove di immersione i provini dovranno essere sciacquati con acqua, asciugati all'aria a  $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$  per 24 h quindi ispezionati per verificarne la conformità compressione minima C 50/60 secondo quanto prescritto dalla EN858-1 punto 8.1.4.1, 6.2.7, e 6.2.2

Verifiche e collaudi del prodotto seguono i requisiti delle norme UNI EN 858-1:2005 e UNI EN 858-2:2004 con riferimento al metodo di attestazione delle conformità 1 alla direttiva 89/106/CEE.

L'impianto di separazione dovrà resistere ai vari carichi quali peso proprio, peso utile, pressione del suolo, pressione dell'acqua, carico statico e dinamico senza alcun danno alle sue funzionalità e all'ambiente. La stabilità strutturale deve basarsi su calcoli statici effettuati secondo DM 17/01/2018 EUROCODE 2 ÖNORM B4002 DIN 1045 DIN 1055 DIN 1072 DIN 4034-1 DIN 4281 ATV A 127 Önorm B 2503. La soletta di copertura dovrà avere accesso minimo diametro 600 conforme ai requisiti per pozzetti di ispezione e camere d'ispezione riportati nella EN 476. I chiusini dovranno avere passo d'uomo del diametro non inferiore a 600 mm per permettere un'agevole ispezione e dovranno essere in classe D 400 kN conformi alla EN 124. Per tutti i collegamenti dell'impianto (elementi in cls e tubazioni) dovranno essere utilizzati esclusivamente elastomeri (gomma) o materiali di tenuta elastici permanenti. Non dovranno essere utilizzati malta di cemento e cementi sigillanti o composti simili. Le guarnizioni di gomma dovranno soddisfare i requisiti della EN 682 tipo GB (elastomeri continuamente a contatto con acque reflue e/o liquidi leggeri) e garantire la tenuta a pressione e depressione a  $\pm 0,5$  bar. Su richiesta della D.L. l'impresa dovrà effettuare prova di tenuta dell'impianto, senza che per tale motivo la ditta possa vantare richieste di maggiori oneri. L'attrezzatura interna dell'impianto di disoleazione dovrà essere realizzata in acciaio inossidabile X6 crNi 1810 secondo EN 10088-2 EN10088-3 ed assemblato mediante saldature realizzate in conformità alla EN 288-1/2/3. Il pacco lamellare coalescenze dovrà essere realizzato in polipropilene vergine al 100%. Non potranno essere utilizzati materiali plastici non resistenti agli idrocarburi quali il PVC dovrà inoltre essere presentata la relazione idraulica di dimensionamento e grado di efficacia dei pacchi lamellari, nonché la relazione idraulica sulle perdite di carico dell'impianto proposto.

### 4.2.14. Ancoraggi chimici

#### 4.2.14.1. Con resina bicomponente a base di uretano metacrilato:

Caratteristiche "chimico-fisiche":

- Peso specifico ( $20^\circ\text{C}$ ) :  $\gamma = 1.73 \text{ g/cm}^3$
- Forza di aderenza a rottura :  $\tau > 5 \text{ N/mm}^2$  in cls  $R_{ck} 25 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cubica a compressione (a 28 gg):  $R_{ck} = 75 \text{ N/mm}^2$

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

- Modulo elastico a compressione :  $E = 3500 \text{ N/mm}^2$

Le caratteristiche della resina sono le seguenti:

- a) resistenza all'umidità e all'acqua
- b) resistenza alle ciclicità termiche con temperature comprese tra - 20°C e +40°C
- c) resistenza alle alte temperature fino a 80°C
- d) alta resistenza agli alcali e quindi perfetta compatibilità con il cls e le murature più comuni;

#### 4.2.14.2. Con resina epossidica bicomponente:

Caratteristiche "chimico-fisiche":

- Peso specifico resina indurita (DIN 53479) :  $\gamma = 1.50 \text{ g/cm}^3$
- Resistenza a compressione (ISO 604):  $120 \text{ N/mm}^2$  a 7 gg
- Modulo elastico a compressione (ASTM D 695-96) :  $E = 1500 \text{ N/mm}^2$
- Viscosità resina miscelata a 23°C (ASTM D 2393-86) : 42 Pas

Le caratteristiche della resina sono le seguenti:

- a) resistenza all'umidità e all'acqua;
- b) ridotta sensibilità all'installazione (fori carotati, saturi e poco puliti);
- c) maggiore tempo di lavorabilità alle alte temperature;
- d) resistenza alle ciclicità termiche con temperature comprese tra - 20°C e +40°C
- e) resistenza alle alte temperature fino a 80°C

#### 4.2.14.3. Resina bicomponente pura epossidica, caricata con ossidi ceramici

Caratteristiche "chimico-fisiche"

- Peso specifico (20°C) :  $\gamma = 1.5 \text{ g/cm}^3$
- Forza di aderenza a rottura :  $\tau = 6 \text{ N/mm}^2$  in cls  $R_{ck} 300$
- Ritiro in fase di indurimento:  $\leq 0.02 \%$
- Ritiro dopo indurimento:  $\leq 0.05 \%$
- Resistenza cubica a compressione :  $R_{ck} = 80 \text{ N/mm}^2$

Le caratteristiche della resina sono le seguenti:

- a) posabile in fori con presenza d'acqua
- b) resistenza alle ciclicità termiche con temperature comprese tra - 20°C e +40°C
- c) elevata resistività elettrica, per fissaggi isolanti
- d) alta resistenza agli alcali e quindi perfetta compatibilità con il cls e le murature più comuni;
- e) resistenza a carichi di natura statica, dinamica, a fatica.

#### 4.2.15. Apparecchi d'appoggio

Gli apparecchi d'appoggio saranno conformi a quanto previsto nelle norme UNI EN 1337-1 per quanto riguarda le regole generali di progetto, alle norme UNI EN 1337-2÷7 per ciascuna tipologia specifica di appoggio ed alle norme UNI EN 1337-9÷11 per quanto riguarda le modalità di protezione, manutenzione, trasporto ed installazione.

I dispositivi antisismici dovranno essere conformi alla norma UNI EN 15129:2009 sia con riferimento alle caratteristiche tecniche sia alle prove di qualificazione ed accettazione.

##### 4.2.15.1. Materiali per apparecchi d'appoggio in acciaio-teflon.

Gli apparecchi d'appoggio devono essere costituiti in laminato Fe 42/B.

Le viti di ancoraggio inferiori devono essere del tipo a testa cilindrica con esagono incassato con materiale di classe 12k.

Le superfici di scorrimento devono essere rivestite con lamiera inox AISI 316 lucidata a specchio, dello spessore di 2 mm sia per le parti piane che per le calotte.

I pattini di scorrimento devono essere realizzati in teflon vergine Du Pont di primo impiego, senza aggiunta di materiale rigenerato o di additivi e prodotto per libero deposito e non addensato.

Le viti di fissaggio della guida di contrasto devono essere realizzate con materiale di classe 10k.



## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### 4.2.15.2. Rivestimento protettivo di apparecchi d'appoggio metallici.

Il rivestimento protettivo delle aree soggette ad aggressioni fotochimiche e chimiche dovrà essere realizzato con cicli di verniciatura composti da una prima mano di fondo antiruggine organico ricco di zinco (contenuto minimo di materiale anodico 82% in peso su residuo secco) per uno spessore medio di 40 micron, da una seconda mano di copertura a finire con vernice epossipoliammidica ad elevato contenuto di secco, per uno spessore medio di 70 micron e da maturazione in forno a 120°C per un minimo di 40 minuti; la preparazione delle superfici da proteggere, dovrà essere eseguita mediante sabbiatura a metallo bianco SA3.

### 4.2.16. Giunti di dilatazione ed impermeabilità.

Dovranno corrispondere a quanto specificato dalla relativa voce di elenco prezzi e dai disegni di progetto.

La ditta produttrice del giunto dovrà fornire un progetto dettagliato del giunto con indicazione di tutte le caratteristiche dei materiali e delle procedure di montaggio per l'approvazione da parte del progettista e della D.L.

### 4.2.17. Laminati in poliestere

Laminati in poliestere rinforzati con fibre di vetro ed armate con nylon; devono avere le seguenti caratteristiche:

- |  |  |
|--|--|
| - inalterabilità e stabilità alle alte e basse temperature | da -40 a +140°C  |
| - peso specifico   | c.a. g/cmc 1,40 (ASTM D 792)   |
| - coefficiente dilatazione termica lineare                 | ca. $2,7 \times 10^{-5}$ cm/cm °C (ASTM D 696)   |
| - assorbimento d'acqua                                     | $\leq$ mg/cm <sup>2</sup> 0,25% (ASTM D 570)   |
| - durezza Rockwell   | $\geq$ E 91 (ASTM D 785)   |
| - resistenza alla compressione                             | $\geq$ MPa 200 kg/cm <sup>2</sup> 2200 (ASTM D 695)  |
| - resistenza alla trazione                                 | $\geq$ MPa 70 kg/cm <sup>2</sup> 760 (ASTM D 638)  |
| - resistenza alla flessione                                | $\geq$ MPa 120 kg/cm <sup>2</sup> 1400 (ASTM D 790)  |
| - trasmissione di calore-coefficiente K                    | ca. 5 kcal/m <sup>2</sup> h °C   |
| - infiammabilità   | $\leq$ 4,5 cm/min. (secondo la norma ASTM D 635)   |
| - resistenza agli agenti chimici:                          | resistente a acido nitrico 10%; acido solforico 30%; acido cloridrico 10%; idrato di sodio 60%; carbonato di sodio 20%; acido acetico 8%; alcool etilico 93%; oliolo 25%; benzolo 30%; solfuro di carbonio 30% |

**ART. 5.**  
**VERIFICHE IN CANTIERE SUI MATERIALI**

**5.1. CALCESTRUZZO E ACCIAIO D'ARMATURA**

**5.1.1. Premesse**

Il progetto delle strutture portanti in cemento armato e/o acciaio, firmato da professionista abilitato, va depositato dall'Impresa in duplice copia, presso la Direzione Tecnica della Società prima dell'inizio dei relativi lavori, assieme alla relazione illustrativa e di calcolo; eventuali varianti dovranno essere oggetto di successivi depositi.

Nel caso il progetto delle strutture faccia parte del progetto architettonico approvato dalla Società, l'Impresa dovrà verificare le strutture tramite professionista abilitato che le sottoscriverà per accettazione o che eventualmente ne chiederà l'integrazione/variazione.

Copia del progetto delle strutture e delle relazioni, controfirmata dall'Impresa e dal Direttore Lavori, deve essere conservata in cantiere (responsabile D.L.).

Il Direttore Lavori è tenuto a visitare periodicamente il giornale dei lavori (L.1086/71) che viene consegnato per la corretta compilazione all'Assistente di cantiere.

**5.1.2. Controllo di qualità del calcestruzzo**

*5.1.2.1. Elementi prefabbricati*

Il progettista generale delle strutture rimane responsabile dell'organico inserimento dei manufatti nel progetto dell'opera.

**ELEMENTI IN SERIE "DICHIARATA" O "CONTROLLATA"**

Ogni fornitura in cantiere di manufatti prefabbricati prodotti in serie dovrà essere accompagnata dalla seguente documentazione, da conservare a cura del Direttore dei lavori dell'opera in cui detti manufatti vengono inseriti:

- apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art.58 del DPR n°380/2001

Tali istruzioni dovranno almeno comprendere, di regola:

- i disegni d'assieme che indichino la posizione e le connessioni degli elementi nel complesso dell'opera;
- apposita relazione sulle caratteristiche dei materiali richiesti per le unioni e le eventuali opere di completamento;
- le istruzioni di montaggio con i necessari dati per la movimentazione, la posa e la regolazione dei manufatti;
- elaborati contenenti istruzioni per il corretto impiego dei manufatti. Tali elaborati dovranno essere consegnati dal Direttore dei lavori al Committente, a conclusione dell'opera;
- certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal Direttore Tecnico responsabile della produzione. Il certificato che deve garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, deve riportare l'indicazione degli estremi dell'attestato di qualificazione, nonché il nominativo del progettista;
- attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e copia della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo di produzione in fabbrica;
- documentazione, fornita quando disponibile, attestante i risultati delle prove a compressione effettuate in stabilimento su cubi di calcestruzzo (ovvero estratto del Registro di produzione) e copia dei certificati relativi alle prove effettuate da un

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

laboratorio ufficiale incaricato; tali documenti devono essere relativi al periodo di produzione dei manufatti.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei lavori. Il Direttore dei lavori non può accettare in cantiere elementi prefabbricati in serie, che non siano accompagnati da tutti i documenti predetti.

Inoltre, prima di procedere all'accettazione dei manufatti stessi, il Direttore dei lavori deve verificare che essi siano effettivamente contrassegnati come da normativa.

Il produttore di elementi prefabbricati deve altresì fornire al Direttore dei lavori e questi al Committente, gli elaborati (disegni, particolari costruttivi, ecc.) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti, esplicitando in particolare:

- f) destinazione del prodotto;
- g) requisiti fisici rilevati in relazione alla destinazione;
- h) prestazioni statiche per manufatti di tipo strutturale;
- i) prescrizioni per le operazioni integrative o di manutenzione, necessarie per conferire o mantenere nel tempo le prestazioni e i requisiti dichiarati;
- j) tolleranze dimensionali nel caso di fornitura di componenti.

Nella documentazione di cui sopra il progettista deve indicare espressamente:

- le caratteristiche meccaniche delle sezioni, i valori delle coazioni impresse, i momenti di servizio, gli sforzi di taglio massimo, i valori dei carichi di esercizio e loro distribuzioni, il tipo di materiale protettivo contro la corrosione per gli apparecchi metallici di ancoraggio, dimensioni e caratteristiche dei cuscinetti di appoggio, indicazioni per il loro corretto impiego;
- se la sezione di un manufatto resistente deve essere completata in opera con getto integrativo, la resistenza richiesta;
- la possibilità di impiego in ambiente aggressivo e le eventuali variazioni di prestazioni che ne conseguono

### ELEMENTI DI PRODUZIONE OCCASIONALE

E' necessaria la nomina di un Direttore Lavori in stabilimento che provveda al prelievo dei campioni di acciaio e di calcestruzzo ed alla esecuzione delle relative prove.

#### 5.1.2.2. Calcestruzzo in opera

### QUALIFICAZIONE

Teso alla determinazione della corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo alle prescrizioni del C.S.A., va effettuato con la tecnica del mix design e con lo studio granulometrico degli inerti.

La qualificazione deve essere fatta almeno ogni qual volta una singola miscela di calcestruzzo sia adoperata in cantiere per quantitativi superiori a 100 mc; il certificato di qualificazione deve riportare :

- la curva granulometrica degli inerti (UNI EN 933-1, UNI 2334);
- la prova Los Angeles sugli inerti (CNR n°34/73);
- l'equivalente in sabbia sugli inerti CNR n°27/72);
- il tipo e la composizione in peso degli aggregati;
- la quantità ed il tipo di cemento;
- la quantità dell'acqua efficace ed il rapporto acqua/cemento;
- l'eventuale presenza di additivi con tipologia e quantità;
- l'eventuale presenza di fibre con tipologia e quantità;
- la resistenza caratteristica dell'impasto a 3 e 7 giorni;
- la previsione della resistenza caratteristica a 28 giorni;
- quanto altro necessario per la caratterizzazione dell'impasto.

**CALCESTRUZZO FRESCO**

La verifica della rispondenza del calcestruzzo fresco alle caratteristiche dichiarate nel mix design e nel C.S.A. deve essere fatta almeno una volta per ogni singola miscela di calcestruzzo adoperata in cantiere e deve riportare :

- la quantità d'acqua effettivamente presente nell'impasto (UNI 6393);
- la quantità di cemento effettivamente presente nell'impasto (UNI 6393);
- la quantità di acqua essudata (UNI 7122);
- il contenuto in aria (UNI 12350-7).

Il prelievo del calcestruzzo fresco viene effettuato, direttamente dal laboratorio deputato alle prove sui materiali, da autobetoniera in tre riprese, ad intervalli di tempo all'incirca uguali durante lo scarico, avendo cura di intercettare l'intero flusso di calcestruzzo al fine di evitare dispersioni di materiale.

**CALCESTRUZZO INDURITO**

Il controllo sulla resistenza a compressione (UNI ENV 12390-3 e UNI ENV 12390-4) su cubetti confezionati al momento del getto va ripetuto non solo per diversa classe di resistenza ma anche per uguale classe e diversi parametri di confezionamento (inerte, cemento, acqua, additivi, modalità di confezionamento, etc.)

Deve effettuarsi minimo 1 controllo, pari a 3 prelievi, pari a 6 cubetti 15x15x15 cm (fino ad una dimensione massima dell'inerte pari a 30 mm), ogni 100 mc di miscela omogenea, o frazione di 100 mc, e comunque per ogni giorno di getto.

Dette  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  le 3 resistenze di prelievo (media della resistenza di 2 cubetti) e detta  $R_{medio}$  la media di tali resistenze, deve risultare

$$\left. \begin{array}{l} R_{medio} > R_{ck} + 3,5 \text{ N/mm}^2 \\ R_{minimo} > R_{ck} - 3,5 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \text{ per ogni controllo}$$

Sul calcestruzzo indurito sono eseguite altre prove in ragione di almeno una per ogni cantiere; tali prove vanno ripetute non solo per diversa classe di resistenza ma anche per uguale classe e diversi parametri di confezionamento (inerte, cemento, acqua, additivi, modalità di confezionamento, etc.); le prove aggiuntive sono :

- la resistenza a flessione su provini prismatici (UNI EN 12390-5);
- la resistenza a trazione mediante prova indiretta o brasiliana (UNI EN 12390-6);
- la determinazione del modulo di elasticità secante a compressione (UNI 6556);
- la determinazione del ritiro idraulico (UNI 6555, UNI 7086);
- la determinazione del coefficiente di permeabilità (UNI EN 12390-8).

Il prelievo del calcestruzzo per il confezionamento dei provini viene effettuato dall'Impresa, alla presenza dell'ispettore di cantiere, direttamente da autobetoniera in tre riprese, ad intervalli di tempo all'incirca uguali durante lo scarico, avendo cura di intercettare l'intero flusso di calcestruzzo al fine di evitare dispersioni di materiale.

La preparazione dei provini (secondo quanto previsto dalle UNI EN 12390-1 e UNI EN 12390-2) consiste nel sistemare il calcestruzzo in apposite casseforme (metalliche o in plastica pesante), assestandolo in due o più strati con ripetuti colpi di un tondino di ferro; è possibile usare un vibratore ad immersione di dimensioni e caratteristiche adatte alle dimensioni del provino; è vietato l'uso di vibratorii normalmente usati per il getto perché sproporzionati come potenza e dimensione.

La vibrazione ha termine a incipiente rifluimento della malta; si provvede a rasare la superficie superiore ed a lisciarla con cazzuola rovescia; tale superficie va protetta dall'essiccamento per il periodo intercorrente fra la preparazione e la sformatura (nailon); in tale periodo le casseforme devono essere poste in locale a temperatura costante.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

La rimozione delle casseforme (sformatura) deve essere attuata a 24 ore dal getto; segue la siglatura del provino.

I provini vanno stagionati in cantiere, fino al momento della presa in consegna da parte del laboratorio deputato alla esecuzione delle prove; la stagionatura va attuata immergendo il provino in una vasca termostata con acqua a temperatura di ca.  $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$ .

### 5.1.3. Controllo di qualità dell'acciaio da cemento armato normale

Va eseguito un controllo per ogni partita di materiale arrivata in cantiere e comunque per ogni 5.000 kg di acciaio posati, o frazione di 5.000 kg, con un minimo di almeno n. 2 controlli per cantiere.

La riconoscibilità della partita è resa possibile dal CERTIFICATO DI QUALIFICAZIONE dello stabilimento che non deve essere anteriore a tre mesi dalla consegna (C.M. 25010 d.d. 01.09.97) e dalla marchiatura delle barre; la marchiatura deve permettere il riconoscimento dell'Azienda produttrice, dello stabilimento, del tipo di acciaio e della sua eventuale saldabilità.

Ogni controllo consiste nel prelievo di 3 spezzoni da 1,60 m per ognuno dei diametri effettivamente usati; vanno effettuate sempre le prove di trazione a snervamento e a rottura, la duttilità e l'allungamento percentuale.

I valori minimi per quanto riguarda il controllo della resistenza e l'allungamento, da eseguirsi prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, sono i seguenti:

#### Valori limite di accettazione

Caratteristica	Valore Limite	NOTE
$f_y$ minimo (snervamento)	425 N/mm <sup>2</sup>	(450-25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo (snervamento)	572 N/mm <sup>2</sup>	[450x(1.25+0.02)] N/mm <sup>2</sup>
$f_t$ minimo (rottura)	540 N/mm <sup>2</sup>	
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6.0 \%$	Per acciai laminati a caldo
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2.0 \%$	Per acciai trafilati a freddo
Rottura/Snervamento	$1.13 \leq f_t/f_y \leq 1.37$	Per acciai laminati a caldo
Rottura/Snervamento	$f_t/f_y \geq 1.03$	Per acciai trafilati a freddo
Piegamento/raddrizzamento	Assenza di cricche	Per tutti

Per quanto riguarda le proprietà chimiche dell'acciaio da armatura, andrà eseguita una verifica ogni 20.000 kg totali di acciaio posato, o frazione di 20.000 kg, con un minimo di almeno n. 2 verifiche per cantiere, verifiche che saranno estese ad ogni singolo diametro effettivamente utilizzato.

Le caratteristiche meccaniche e chimiche nominali dell'acciaio dovranno soddisfare quanto previsto nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo agli "acciai per cemento armato".

### 5.1.4. Controllo di qualità delle reti in acciaio elettrosaldato

Va eseguito un controllo per ogni tipo di rete (diametro del filo e maglia) e per ogni 3.000 mq di rete posata, o frazione di 3.000 mq; ogni controllo consiste nel prelievo di un riquadro di rete delle dimensioni di 100 x 100 cm.

Vanno effettuate sempre le prove di trazione sul filo a snervamento e a rottura, la duttilità e l'allungamento percentuale.

L'acciaio delle reti (fili elementari di diametro compreso tra 5 e 16 mm ed equidistanza delle barre non superiore a 330 mm) deve presentare caratteristiche meccaniche e chimiche tali da soddisfare quanto previsto nella tabella prevista per le barre d'armatura per cemento armato normale.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 pari al 30% della forza di snervamento della barra di diametro maggiore.

**5.1.5. Controllo di qualità dell'acciaio da c.a.p.**

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo agli "acciai per cemento armato precompresso".

Le grandezze di seguito elencate devono formare oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione in originale) ed i corrispondenti valori garantiti figurare nel catalogo del produttore stesso:

$\phi$  (diametro),  $A$  (sezione),  $f_{ptk}$  (tensione di rottura),  $f_{p(0.1)k}$  (limite elastico allo 0.1%),  $f_{pyk}$  (tensione di snervamento),  $f_{p(1)k}$  (tensione corrispondente all'1%),  $A_{gt}$  (allungamento sotto carico massimo),  $E_p$  (modulo di elasticità),  $l$  ( ),  $\alpha$  (prova di piegamento a 180°),  $N$  (prova di piegamento alternato),  $L$  (resistenza a fatica),  $r$  (rilassamento a temperatura ordinaria).

**CONTROLLI**

Le norme vigenti prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione. I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture.

L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione.

*Lotti di produzione:* si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di fabbricazione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

*Forniture:* sono lotti formati al massimo da 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

*Lotti di spedizione:* lotti al massimo di 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

**PRELIEVO DEI SAGGI**

I saggi destinati ai controlli:

- non debbono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio ufficiale incaricato delle prove ed in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

**CONTROLLI IN STABILIMENTO**

I controlli in stabilimento dovranno rispettare quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 sia per quanto riguarda i controlli sistematici (prove di qualificazione e prove di verifica della qualità) che per i controlli su singoli lotti di produzione.

**CONTROLLI NEGLI STABILIMENTI PERMANENTI DI PREFABBRICAZIONE O NEL LUOGO DI FORMAZIONE DEI CAVI**

I controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione o nel luogo di formazione dei cavi sono obbligatori.

Il direttore dei lavori in cantiere o il tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi, che assume a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al direttore dei lavori, deve controllare che si possano individuare in modo incontrovertibile l'origine e le caratteristiche

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

del materiale. È inoltre responsabilità del tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi di documentare al direttore dei lavori la provenienza e le caratteristiche ed il marchio del materiale stesso.

I controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo, in cantiere o nel luogo di formazione dei cavi, di 3 saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 90 t, ed appartenenti ad una stessa categoria si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori minimi di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0.1)}$ .

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.

Nel caso che anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche come previsto dalle norme.

Se le condizioni non sono verificate, si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

Inoltre il direttore dei lavori dovrà comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio ufficiale incaricato del controllo in stabilimento che al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

I certificati relativi alle prove (meccaniche) degli acciai devono riportare l'indicazione del prescritto marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli sui campioni da sottoporre a prove. Qualora i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

### **ACCETTAZIONE IN CANTIERE**

Qualora non siano state precedentemente eseguite le prove di cui al punto precedente, i controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le indicazioni viste precedentemente, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei 3 saggi va effettuato per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Nel caso in cui siano state eseguite le prove di cui al punto precedente, il Direttore dei Lavori può valutare la necessità di ulteriori controlli, da eseguirsi secondo le modalità viste al medesimo punto precedente.

### **NORMA DI RIFERIMENTO**

UNI EN ISO 15630-3 - *Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso - Metodi di prova - Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso*

#### **5.1.6. Controllo di qualità dell'acciaio (normale o Corten) da carpenteria**

Va eseguito un controllo per ogni partita di materiale arrivata in cantiere e comunque per ogni 10.000 kg di acciaio messo in opera, o frazione di 10.000 kg, con un minimo di almeno due controlli per ogni cantiere.

## **AUTOSTRADA DEL BRENNERO**

**SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO**

I valori di resistenza, di deformazione e di durabilità richiesti in C.S.A. devono preventivamente essere oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione in originale).

Ogni controllo consiste nel prelievo di 3 spezzoni significativi per ogni profilo effettivamente usato; vanno effettuate sempre le prove di trazione a snervamento e a rottura, l'allungamento percentuale, nonché le prove di resilienza.

Per quanto riguarda le proprietà chimiche dell'acciaio da carpenteria, andrà eseguita una verifica ogni 20.000 kg totali di acciaio posato, o frazione di 20.000 kg, con un minimo di n. 2 verifiche per cantiere, verifiche che saranno estese ad ogni singolo profilo effettivamente utilizzato.

Le caratteristiche meccaniche e chimiche dell'acciaio dovranno soddisfare quanto previsto nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo agli "acciai per strutture in carpenteria metallica".

### **5.1.7. Controllo di qualità dell'acciaio inox**

Va eseguito un controllo per ogni partita di materiale arrivata in cantiere e comunque per ogni 1.000 kg di acciaio inox messo in opera, o frazione di 1.000 kg, con un minimo di n. 2 controlli per cantiere.

I valori di resistenza e di deformazione richiesti in C.S.A. devono preventivamente essere oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione in originale).

Ogni controllo consiste nel prelievo di 3 spezzoni significativi per ogni profilo effettivamente usato; vanno effettuate sempre le prove di trazione a snervamento e a rottura, nonché l'allungamento percentuale.

Per quanto riguarda le proprietà chimiche dell'acciaio inox, andrà eseguita una verifica ogni 1.000 kg totali di acciaio posato, o frazione di 1.000 kg, con un minimo di n. 2 verifiche per cantiere, verifiche che saranno estese ad ogni singolo profilo effettivamente utilizzato.

Le caratteristiche meccaniche e chimiche dell'acciaio inox dovranno soddisfare quanto previsto nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo agli "acciai per strutture in carpenteria metallica".

### **5.1.8. Controllo di qualità dell'acciaio Corten per sicurvia**

Va eseguito un controllo per ogni partita di materiale arrivata in cantiere e comunque per ogni 200.000 kg di acciaio messo in opera, o frazione di 200.000 kg, con un minimo di n. 2 controlli per cantiere.

I valori di resistenza, di deformazione e di durabilità richiesti in C.S.A. devono preventivamente essere oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione in originale).

Ogni controllo consiste nel prelievo di :

- un nastro;
- tre sostegni;
- un distanziatore;
- un calastrello;
- un tubo superiore;
- un coprigiunto;
- una squadretta superiore;
- eventuali altri elementi di costituzione della barriera.

Vanno effettuate sempre le prove di trazione a snervamento e a rottura, l'allungamento percentuale e le prove di resilienza.

Per quanto riguarda le proprietà chimiche dell'acciaio Corten per sicurvia, andrà eseguita una verifica ogni 400.000 kg totali di acciaio posato, o frazione di 400.000 kg, con un minimo di n. 2 verifiche per cantiere, verifiche che saranno estese ad ogni singolo elemento sopra richiamato costituente la barriera.



Le caratteristiche meccaniche e chimiche dell'acciaio Corten per sicurvia (Corten A) dovranno soddisfare quanto previsto nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo all' "acciaio per barriere di sicurezza".

**5.1.9. Controllo di qualità dell'acciaio per bulloneria**

Va eseguito un controllo per ogni partita di materiale arrivata in cantiere e comunque per ogni 5.000 kg di acciaio da bulloneria messo in opera, o frazione di 5.000 kg, con un minimo di almeno n. 2 controlli per cantiere.

La classe della bulloneria, i valori di resistenza, di deformazione e di durabilità richiesti in C.S.A. devono preventivamente essere oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione in originale).

Ogni controllo consiste nel prelievo di almeno 5 bulloni/dadi per tipo da prelevare in maniera casuale dai vari contenitori in arrivo sul cantiere.

Vanno effettuate sui bulloni sempre le prove di trazione a snervamento e a rottura, l'allungamento percentuale e le prove di resilienza, ricavandone la classe.

Per quanto riguarda le proprietà chimiche dell'acciaio per bulloneria (bulloni e dadi), andrà eseguita una verifica ogni 10.000 kg totali di acciaio posato, o frazione di 10.000 kg, con un minimo di n. 2 verifiche per cantiere, verifiche che saranno estese ad ogni singolo bullone/dado come sopra prelevato.

Le caratteristiche meccaniche e chimiche dell'acciaio per bulloneria dovranno soddisfare quanto previsto nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo agli "acciai per strutture in carpenteria metallica".

**5.1.10. Collaudo statico delle strutture in calcestruzzo armato e acciaio**

*5.1.10.1. Relazione a struttura ultimata*

Entro 60 giorni dalla ultimazione delle strutture il Direttore Lavori è tenuto a redigere la "Relazione a strutture ultimate" esponendo i risultati delle prove sui materiali, l'esito di eventuali prove di carico, altre notizie importanti relative al cantiere.

La relazione in duplice copia va trasmessa al collaudatore statico, assieme alla dichiarazione di fine lavori relativamente alle strutture da collaudare.

*5.1.10.2. Collaudo statico*

La Società deve provvedere alla nomina del Collaudatore prima dell'inizio dei lavori relativi alla struttura; tale collaudatore deve dichiarare di accettare l'incarico e di impegnarsi a non prendere parte alla direzione o esecuzione dei lavori, nonché di essere iscritto all'Albo Professionale da almeno 10 anni.

Le operazioni di collaudo devono comprendere:

- ispezione dell'opera;
- confronto tra l'eseguito e i disegni esecutivi;
- esame dei certificati sui materiali;
- esame dei verbali delle eventuali prove di carico;
- verifica dell'impostazione generale del progetto, degli schemi di calcolo e della ipotesi di carico.

A discrezione, il Collaudatore può richiedere integrazioni alla relazione di calcolo, il prelievo di ulteriori campioni di materiale, l'effettuazione di prove di carico e di altri controlli non distruttivi.

Il certificato di collaudo va depositato in duplice copia presso la Direzione Tecnica della Società a cura del Collaudatore.

## **5.2. CALCESTRUZZO REOPLASTICO**

### **5.2.1. Qualificazione**

Va effettuata con la tecnica del mix design, con lo studio granulometrico degli inerti e con la serie di prove previste in C.S.A. (espansione controllata UNI 8148, quantità di aria, rapporto acqua/cemento, resistenza a rottura per compressione e per flessione, adesione al rapporto per trazione diretta e per taglio) anche limitata alle prove relative alle 24 ore e ai 7 giorni.

### **5.2.2. Controlli di accettazione**

#### *5.2.2.1. Premessa*

I controlli vanno ripetuti non solo per diversa classe di resistenza, ma anche per uguale classe e diversi parametri di confezionamento (inerte, cemento, acqua, additivi, modalità di confezionamento, ecc.)

#### *5.2.2.2. Resistenza a rottura per compressione*

Eseguita secondo la UNI EN 12390-3.

Devono effettuarsi di norma 1 controllo = 3 prelievi = 3x2 cubetti 15x15x15 cm ogni 30 mc di miscela omogenea, o frazioni di 30 mc, con un minimo di due prelievi (2x2=4 cubetti) per ogni giorno di getto.

Dette  $R_1$   $R_2$   $R_3$  le 3 resistenze di prelievo (media delle resistenze di due cubetti) e detta  $R_m$  la media di tali resistenze, deve risultare:

$$\left. \begin{array}{l} R_m > R_{ck} + 3,5 \text{ N/mm}^2 \\ R_{\min} > R_{ck} - 2,0 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \text{ per ogni controllo}$$

dove  $R_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$  a 24 ore  
 $R_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$  a 28 giorni

#### *5.2.2.3. Resistenza a rottura per flessione*

Eseguita secondo la UNI EN 12390-5.

Devono effettuarsi minimo 1 controllo = 2 prelievi = 2x2 travetti 10x10x40 cm ogni 50 mc di miscela omogenea, o frazioni di 50 mc, con un minimo di due prelievi per ogni cinque giorni di getto.

Dette  $R_1$   $R_2$  le 2 resistenze di prelievo (media delle resistenze di due provini) e detta  $R_m$  la media di tali resistenze, deve risultare:

$$\left. \begin{array}{l} R_m > R_f \\ R_{\min} > R_f - 0,2 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \text{ per ogni controllo}$$

dove  $R_f = 3 \text{ N/mm}^2$  a 24 ore  
 $R_f = 6,5 \text{ N/mm}^2$  a 28 giorni

**5.2.2.4. Adesione al supporto per trazione diretta**

Eseguita secondo la DIN ISO 4624.

Devono effettuarsi almeno 2 prove di trazione diretta con un minimo di 1 prova (carota di diam. cm 5) ogni 20 mc di miscela omogenea o frazione di 20 mc.

Deve risultare ( $R_a$ =forza di adesione)

$R_a \text{ medio} \geq 2,0 \text{ N/m}^2$

$R_a \text{ min} \geq 1,0 \text{ N/m}^2$

**5.2.2.5. Rapporto acqua/cemento**

Va misurata l'umidità propria degli inerti in cava almeno una volta ogni 30 mc di miscela omogenea, o frazione di 30 mc, e va quindi determinato in maniera esatta il rapporto acqua/cemento che deve risultare sempre  $< 0,40$ .

**5.3. MALTA CEMENTIZIA ADDITIVATA CON POLIMERI**

**5.3.1. Qualificazione**

Vanno effettuate le prove prescritte dal C.S.A. (rottura per compressione e flessione, modulo di elasticità, adesione al supporto per trazione, coefficiente di dilatazione termica, quantità e tipo delle fibre); dovrà essere dichiarata la natura e la quantità presente di inibitore di corrosione.

**5.3.2. Controlli di accettazione**

**5.3.2.1. Resistenza a rottura per compressione**

Eseguita secondo la UNI EN 12190.

Deve essere effettuato minimo 1 controllo = 2 prelievi = 2x2 provini  $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$  ogni 10 mc di malta applicata, o frazione di 10 mc, con un minimo di n. 2 controlli per cantiere.

Detta  $R_1$   $R_2$  le 2 resistenze di prelievo (media delle resistenze di due provini) e detta  $R_m$  la media di tali resistenze, deve risultare:

$$\left. \begin{array}{l} R_m > R_c \text{ N/mm}^2 \\ R_{\min} > R_c - 2,0 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \text{ per ogni controllo}$$

dove  $R_c$  si ricava dalla seguente tabella [ $\text{N/mm}^2$ ]

E [ $\text{N/mm}^2$ ] →	23000 ÷ 27000	14000 ÷ 18000
28 gg	55	35

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

### 5.3.2.2. Resistenza a rottura per flessione

Eseguita secondo la UNI EN 196-1.

Deve essere effettuato minimo 1 controllo = 2 prelievi = 2x2 provini 4x4x16 cm ogni 10 mc di malta applicata, o frazione di 10 mc, con un minimo di n. 2 controlli per cantiere.

Dette  $R_1$   $R_2$  le 2 resistenze di prelievo (media delle resistenze di due provini) e detta  $R_m$  la media di tali resistenze, deve risultare:

$$\left. \begin{array}{l} R_m > R_f \text{ N/mm}^2 \\ R_{\min} > R_f - 2,0 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} \text{ per ogni controllo}$$

dove  $R_c$  si ricava dalla seguente tabella [ N/mm<sup>2</sup> ]

E [ N/mm <sup>2</sup> ]→	23000 < E < 27000	14000 < E < 18000
28 gg	8,0	5,0

### 5.3.2.3. Adesione al supporto per trazione diretta

Eseguita secondo la UNI EN 1542.

Le prove sono da condurre in cantiere per trazione diretta su provini del diametro di 50 mm; devono effettuarsi almeno due prove di trazione diretta ogni 10 mc di malta applicata, o frazione di 10 mc, con un minimo di n. 4 prove.

Deve risultare ( $R_a$  = forza di adesione [ N/mm<sup>2</sup> ]

E [ N/mm <sup>2</sup> ]→	23000 < E < 27000	14000 < E < 18000
28 gg (valore minimo)	2,0	1,5
28 gg (valore medio)	3,0	2,5

### 5.3.2.4. Modulo di elasticità

Le prove sono da condurre, in numero minimo di 1 ogni 30 mc di malta applicata, o frazione di 30 mc, con riferimento alla norma UNI EN 13412 [modulo elastico = pendenza alla secante al diag.tensione-deformazione unitaria nella fase di scarico]

Deve risultare E [ N/mm<sup>2</sup> ]

E [ N/mm <sup>2</sup> ]→	23000 < E < 27000	14000 < E < 18000
max	27000	18000
min	23000	14000

**AUTOSTRADA DEL BRENNERO**  
SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

**5.4. CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Fase lavorativa	Frequenza	Tipo di prove	Parametri	Principali dati da controllare
Prove preliminari PRIMA di iniziare i lavori.	Uno studio per ogni cantiere	Ogni Impianto che fornirà conglomerato bituminoso dovrà fornire, per ogni strato che verrà posato (es.BASE, BINDER, DFAS SMA), uno di formulazione ottimale (denominato anche Studio Marshall)	Curva granulometrica ottimale che potrà essere ottenuta con i materiali disponibili	le curve risultanti dovranno essere quasi al centro dei fusi di Capitolato.
			Percentuale ottimale di bitume (riferita agli inerti) da impiegarsi	Verificare le tolleranze di Capitolato.
			Risultati di tutte le prove necessarie a caratterizzare i materiali da impiegarsi (inerti e bitume). Tali dati dovranno essere confrontati con quante riportato nelle tabelle dei requisiti di accettazione degli inerti e dei bitumi riportate nel CSA.	Verificare le prescrizioni di Capitolato.
Prove DURANTE i lavori.	Almeno una volta per ogni stesa e per ogni strato	verifica della temperatura del conglomerato subito dietro la vibrofinitrice		La temperatura del conglomerato confezionato con bitume modificato deve essere compresa tra 150÷180°C.
	Prelievo del conglomerato bituminoso ogni 300 mc o frazione con un minimo di n. 2 prelievi per ogni strato	<b>PROVA MARSHALL COMPLETA</b>  Prelievi ed analisi sui vari tipi di conglomerato : <ul style="list-style-type: none"> <li>- granulometria degli inerti;</li> <li>- percentuale di legante;</li> <li>- stabilità e scorrimento Marshall;</li> <li>- percentuale dei vuoti;</li> <li>- densità.</li> </ul>	Ubicazione del prelievi (Impianto, prog. km, direz, corsia); tipo di strato (base, binder, DFAS, SMA); Temperatura alla stesa; giorno e ora del prelievo; Impianto fornitore	Verificare che siano contenuti tutti i dati.
			Curva granulometrica inerti (nel rapporto di prova, al fine di facilitare un tempestivo controllo tra la curva granulometrica ottenuta e i limiti imposti dal capitolato, dovrà comparire anche il fuso granulometrico di riferimento e la curva ottimale scelta attraverso i risultati dello Studio Marshall);	Verificare che la curva sia nelle tolleranze ammesse: ± 5% agg. grosso; ± 3% sabbia; ± 2% filler.
			Percentuale di legante riferito agli inerti	Verificare che la variazione rispetto alla percentuale prescritta nello studio sia ± 0,3%.
			Percentuale vuoti residui (densità Marshall, densità inerti)	Verificare che rispondano ai limiti di Capitolato.
			Stabilità (o trazione indiretta); Scorrimento; Rigidezza	Verificare che rispondano ai limiti di Capitolato.
	Prelievo del bitume ogni 300 mc di conglom. bituminoso o frazione con un minimo di 2 prelievi	Verifica delle caratteristiche del bitume e dell'emulsione elastomerica impiegata.	Tipo di bitume Penetrazione; Punto di rammollimento palla e anello;	Verificare che rispondano ai limiti di Capitolato.

## AUTOSTRADA DEL BRENNERO

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

Prove AL TERMINE DELLA STESA dello strato	Almeno ogni 2.000 mq o frazione, con un minimo di n. 2 prelievi	Prelievo ed analisi di una carota (diametro min. 15 cm) di conglomerato bituminoso.	Su ogni strato intercettato dalla carota dovrà essere determinato: •il grado di addensamento; •la percentuale di vuoti in opera; •lo spessore degli strati. •valore di permeabilità (drenante)	Verificare che rispondano ai limiti di Capitolato.
--	---	---	---	--

Tutte le misure e le prove di laboratorio dovranno essere eseguite secondo le Norme di riferimento indicate nei capitoli specifici; quindi i certificati emessi dai laboratori, oltre ai dati, dovranno riportare anche le normative di riferimento con cui sono state eseguite le prove.

## **Capo Secondo - NORME PER LA ESECUZIONE DEI SINGOLI LAVORI**

### **ART. 6.** **NORME DI ESECUZIONE DI TUTTI I LAVORI IN GENERALE**

Tutti i lavori occorrenti per dare ultimate le opere appaltate devono essere eseguiti secondo i migliori sistemi e regole dell'arte, con la maggior precisione e regolarità in conformità alle prescrizioni contrattuali, secondo le indicazioni dei disegni e giusta le istruzioni e ordini impartiti all'Impresa dalla Direzione Lavori. E' facoltà della stessa D.L. rifiutare i lavori non eseguiti in conformità del contratto o non a regola d'arte e in base agli ordini impartiti all'Impresa la quale dovrà quindi provvedere, a complete sue spese, alla demolizione e/o ricostruzione di quelle opere o parti di opere che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, fossero inaccettabili. Inoltre per ogni categoria di lavoro dovranno essere osservate le prescrizioni speciali contenute nei seguenti articoli.

Si rimanda allo specifico Piano per la sicurezza e comunque a quanto prescritto dal D.Lgs. 81/2008 e ss.mm., per quanto concerne le modalità di esecuzione e tenuta dei lavori rispetto alla sicurezza.

### **ART. 7.** **SCARIFICHE E DEMOLIZIONI DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Le demolizioni dei calcestruzzi devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio.

L'Impresa è quindi pienamente responsabile di tutti i danni che le demolizioni potessero arrecare alle persone e alle cose. E' vietato in particolare di gettare dall'alto dei viadotti o ponti materiali di risulta, che dovranno essere trasportati in basso, adottando le opportune cautele per evitare danni o pericoli.

Si dovrà inoltre provvedere al puntellamento delle parti pericolanti.

a) Raschiatura di solette in cemento armato di ponti o viadotti

La raschiatura delle solette coperte da residui di pavimentazione bituminosa e/o impermeabilizzazioni e/o incrostazioni di varia natura dovrà essere eseguita con speciali bocciarde o frese rotanti adeguate ad asportare i materiali sopradetti senza manomettere i ferri di armatura del calcestruzzo e asportando uno strato di calcestruzzo di spessore mai superiore, anche solo localmente, a mm 5.

b) Scarifica di solette in cemento armato di ponti e viadotti

Dovrà essere asportato dall'estradosso della soletta tutto il calcestruzzo degradato o ammalorato, fino a raggiungere il calcestruzzo sano ed integro, avente le caratteristiche meccaniche prescritte dalla D.L.

La scarifica dovrà essere effettuata esclusivamente mediante idrolancia avente una portata variabile sino ad un massimo di 250 lt. al minuto ed una pressione variabile sino a 1500 Atm. L'idrolancia dovrà essere munita di filtri particolari con doppia regolazione automatica di potenza e rendimento volumetrico, di valvole di sicurezza e di speciale testata mobile di lavoro preregolabile nel senso della larghezza della fascia di lavoro e nel senso della velocità e direzione di avanzamento, con comando a distanza. Pressione e portata dovranno essere regolate ai valori necessari per asportare tutto il calcestruzzo degradato e/o preparare la zona di attacco fra i getti esistenti e i nuovi getti.

c) Scarifica di cordoli e demolizione a tutto spessore di solette in cemento armato di ponti e viadotti

## **AUTOSTRADA DEL BRENNERO**

SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

La scarifica dei cordoli e la demolizione di solette per il collegamento longitudinale degli impalcati o l'ancoraggio dei giunti, dovrà essere eseguita a mano o con martelli demolitori leggeri, procedendo con tutte le precauzioni necessarie per conservare inalterata la posizione spaziale e la capacità portante delle armature in acciaio, nonché l'integrità delle strutture contigue che non devono essere demolite: travi, trasversi, ecc. La demolizione dovrà essere seguita da una efficace sgaggiatura e pulizia delle superfici di attacco al nuovo getto e delle barre in acciaio eventualmente ossidate, da eseguirsi mediante l'impiego di idrosabbatrice o sabbatrice fino ad ottenere una superficie pulita, integra, sgrassata e con ferri di armatura disossidati. Su autorizzazione della Direzione Lavori i lavori di cui sopra potranno essere anche eseguiti con idrolancia, come previsto al punto b).

d) Demolizione corticale o profonda di pile e spalle in cemento armato.

Dovrà essere asportato tutto il calcestruzzo degradato e/o ammalorato e/o carbonatato, comunque fino a scoprire completamente tutte le armature ossidate, oppure la demolizione dovrà essere spinta fino alla profondità prevista dal progetto per eventuale alloggiamento di apparecchi di appoggio od altre strutture metalliche. La demolizione dovrà essere eseguita a mano o con martelli demolitori leggeri o con idrolancia ad elevata pressione come da prescrizioni del progetto o della D.L., procedendo con tutte le precauzioni ed adottando tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare i ferri di armatura ed il calcestruzzo lasciato in sito. La demolizione dovrà essere seguita da una efficace sgaggiatura e pulizia delle superfici di attacco al nuovo getto e delle barre in acciaio eventualmente ossidate, da eseguirsi mediante l'impiego di idrosabbatrice o sabbatrice fino ad ottenere una superficie pulita, integra, sgrassata e con ferri di armatura disossidati.

## **ART. 8. MOVIMENTI DI TERRE**

### **8.1. SCAVI E RIALZI IN GENERE**

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

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

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate alla Direzione dei Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno eseguite presso il Centro Sperimentale dell'A.N.A.S. di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. - U.N.I. 10006 riportate nella tabella a pagina seguente.



**AUTOSTRADA DEL BRENNERO**  
**SOCIETÀ PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO**

Prospetto I - Classificazione delle terre C.N.R. - U.N.I. 10006/1963													
Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 <= 35%							Terre limo- argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche palustri	
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo staccio													
2 UNI 2332 %	<= 50												
0,4 UNI 2332 %	<= 30	<= 50	> 50										
0,075 UNI 2332 %	<= 15	<= 25	<= 10	< 35	< 35	< 35	< 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido				<= 40	> 40	<= 40	> 40	<= 40	> 40	<= 40	> 40	> 40	
Indice di plasticità	<= 6		N.P.	<= 10	<= 10 max	>10	> 10	<= 10	<= 10	> 10	(IP<=LL-30)	(IP >LL-30)	
Indice di gruppo	0		0	0		<= 4		<= 8	<= 12	<= 16	<= 20		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche,pozzolane		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente									Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve			Media				Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo			Nullo e lieve				Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata			Media o scarsa						Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista		Aspri al tatto – Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo – Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla			Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido		Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto – Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido			Fibrosi di color bruno o nero – Facilmente individuabili a vista	
(*) Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille.Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata o comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se,dopo lo scuotimento,apparirà alla superficie un velo lucido di acqua libera,che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.													

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e posa in opera di teli "geotessili" aventi le caratteristiche indicate nel relativo articolo.

## **8.2. 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 dati dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 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.

Quanto alla suddetta quota si rinvencono terreni appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> (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 delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima 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 A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> (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 materiale per la formazione dei rilevati appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata. La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno dall'Impresa eseguiti a misura in base ai 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 a vecchi rilevati, per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura 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 in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo 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 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 piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di  $M_E^1$  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>.

### **8.3. 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:

- 1) quando il terreno appartiene ai gruppi  $A_1, A_2, A_3$  (classificata C.N.R. - U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- 2) quando il terreno appartiene ai gruppi  $A_4, A_5, A_6, A_7, A_8$  (classificata 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 stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla 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 sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità  $M_E$  il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> $M_E = f_o \cdot \Delta p / \Delta s \cdot D$  (in N/mm<sup>2</sup>)

Dove:

$f_o$  = fattore di forma della ripartizione del costipamento per le piastre circolari = 1;

$\Delta p$  = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico N/mm<sup>2</sup>;

$D$  = diametro della piastra in mm;

$\Delta s$  = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a  $p$ .

$P$  = peso riferimento al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm<sup>2</sup>

#### **8.4. FORMAZIONE DEI RILEVATI**

- 1) 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.
- 2) Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria 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 m 2 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 di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> da prelevare in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A<sub>4</sub>, provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione.  
Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e 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.
- 3) Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.
- 4) 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 delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.
- 5) 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 fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.
- 6) Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, 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 in trincea, opere 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 o in parte, a cave di prestito.
- 7) 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.
- 8) E' fatto 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 dal Centro Sperimentale dell'A.N.A.S. di Cesano (Roma) o presso altri Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava 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 seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione essa non potrà più essere coltivata.

- 9) Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa 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 convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale, approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

- 10) Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50. 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 compressibilità  $M_E$ , definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa 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'Impresa 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 del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> e costipati con energia dinamica di impatto. La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25÷50 kg per m<sup>3</sup> di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m 2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

- 11) Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.
- 12) L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.
- 13) Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali 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.
- 14) Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.
- 15) Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.
- 16) In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle di cui al punto m) dell'art. "Qualità e provenienza dei materiali" tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo potrà arrivare ad un massimo di 1.200 N/5cm.

#### **8.5. SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratte stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piani di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazioni di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

#### **8.6. SCAVI DI FONDAZIONE**

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori. Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale e sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte, per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi comunque eseguiti di fondazione saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo. Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adoperando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'Impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; è escluso in ogni caso l'uso delle mine. Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera. Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0.20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua nei cavi di fondazione in misura superiore a quella suddetta, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fugatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggotamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggotamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto. L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno nei cavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin dall'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dell'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio. L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonchè alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indenni da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell' 01.06.1988).

#### **8.7. PRECAUZIONI PER L'USO DELLE MINE**

Per le mine che occorressero all'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore.

Oltre a ciò l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni speciali e necessarie per evitare alle persone ed alle cose in genere ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso responsabile.

Le mine che dovranno usarsi in vicinanza di strade o di luoghi abitati o di condutture aeree di ogni genere, debbono essere riparate con fascine o legnami, in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danno a qualsiasi specie.



Al momento dell'accensione i passanti debbono essere fermati ad una distanza conveniente, in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere e segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che sia accertato che tutte le persone e gli operai si siano posti al sicuro.

## **ART. 9. DEMOLIZIONI**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispondenti prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a reimpiego nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso delle mine, nel rispetto delle norme vigenti.

## **ART. 10. PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI DI CALCESTRUZZO DA RIPRISTINARE**

Dopo essere state bonificate, "sgaggiate" e pulite con idrosabbatrice in modo da eliminare ogni parte incoerente o in fase di distacco, tracce di grasso, disarmante, ecc., le superfici del calcestruzzo "vecchio" da ripristinare, prima dell'esecuzione del nuovo getto o dell'applicazione a spruzzo della malta di ripristino, dovranno essere saturate con acqua per un periodo almeno di 24 ore; indi, con mezzi idonei quali getti di aria, sistemi aspiratori, ecc. dalla superficie su cui verrà effettuato il getto sarà accuratamente tolta tutta l'acqua non assorbita dal calcestruzzo.

In alternativa, se prescritto dal progetto o dalla D.L. dopo la sgaggiatura e la pulizia, le superfici su cui sarà effettuato il getto o applicato l'intonaco dovranno essere impregnate con adesivo epossidico, avente le caratteristiche specificate all'articolo "Caratteristiche dei materiali", applicato con pennello a setole corte o a spruzzo, utilizzando unicamente areografi tipo Airless. E' indispensabile che i lavori siano rigorosamente programmati in modo tale che l'adesivo risulti ancora ben appiccicoso al momento del getto: per sicurezza attenersi ai dati di vita utile ed intervallo utile di appiccicosità alle varie temperature, forniti dal produttore della resina. La temperatura dell'adesivo e del sottofondo e dell'ambiente deve essere compresa tra i valori forniti dal produttore - comunque mai inferiore a +5 °C - durante l'applicazione e per almeno un periodo di 24 ore dopo la stessa. All'atto dell'applicazione le superfici del calcestruzzo devono presentarsi ben asciutte.

**ART. 11.**  
**CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI**

Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza della legge 5 novembre 1971 n° 1086 pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n° 321 del 31 dicembre 1971, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'articolo 21 della predetta legge (D.M. del 14 settembre 2005, UNI EN 206-1, UNI 11104 e successive modifiche). Le caratteristiche dei materiali da impiegare dovranno corrispondere alle prescrizioni dei relativi articoli del presente Capitolato ed alle relative voci dell'Elenco Prezzi e a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori.

L'Impresa dovrà esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme vigenti, alle prescrizioni di capitolato ed alle UNI ENV 206, UNI 11104 e successive modifiche. Dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare, intendendosi che le caratteristiche richieste al calcestruzzo devono essere garantite "su cassero" senza ulteriori manipolazioni da parte dell'Appaltatore in cantiere o a "bocca foro" del "tubo getto" nel caso dei pali di fondazione.

L'Impresa deve sottomettere all'approvazione della Direzione Lavori, in tempo utile prima di avviare la fase operativa dei getti di ciascuna opera d'arte, un'adeguata documentazione relativa alla pianificazione dei getti e la qualificazione del calcestruzzo. In particolare dovrà riguardare:

- a) Parte generale: 1) laboratori di riferimento;  
2) pianificazione dei controlli;  
3) modalità di gestione delle non conformità;  
4) modalità di gestione delle varianti/modifiche.
- b) Produzione: 1) proporzionamento e caratteristiche delle miscele nel rispetto delle specifiche di progetto;  
2) metodologie e dati che dimostrino come è garantito il raggiungimento dei necessari requisiti di lavorabilità, densità, resistenza e durabilità del calcestruzzo;  
3) caratteristiche dei materiali e loro fonti;  
4) caratteristiche degli impianti di produzione e modalità operative;  
5) qualifica del personale.
- c) Trasporto e consegna: 1) caratteristiche dei mezzi di trasporto e consegna e modalità operative;  
2) modalità di gestione della lavorabilità;  
3) qualifica del personale.
- d) Esecuzione: 1) qualifica del personale;  
2) programmazione dei getti;  
3) modalità di getto e compattazione;  
4) modalità di fornitura;  
5) modalità di stagionatura (in particolare il mantenimento della necessaria umidità).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver ricevuto dall'Impresa la documentazione sopra riportata e gli eventuali certificati delle prove preliminari sul calcestruzzo eseguite presso un Laboratorio Ufficiale su una serie di quattro provini per ogni tipo di conglomerato cementizio previsto nell'appalto.

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle opere, non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere a termini di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

#### Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza, ad alta resistenza e rapido indurimento, del tipo PORTLAND, altoforno o pozzolanico. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prescrivere all'Impresa il tipo di cemento da adottare senza che quest'ultima possa, per tale ragione, pretendere alcun compenso od indennizzo.

L'Impresa dovrà preoccuparsi di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura; essa dovrà inoltre far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione Lavori, le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento, presso un Laboratorio Ufficiale per prove di materiali e trasmettere alla Direzione Lavori copia di tutti i certificati delle prove. E' facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

#### Aggregati e sabbie

Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate nel capitolo "Caratteristiche dei materiali".

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati, la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

#### Granulometria

Per tutti i calcestruzzi sarà determinata la composizione granulometrica degli aggregati, secondo formule prescritte dalla Direzione Lavori o proposte dall'Impresa ed accettate dalla Direzione Lavori, in modo da ottenere i requisiti fissati dal Progettista dell'opera ed approvati dalla Direzione Lavori.

Per ogni tipo di calcestruzzo dovrà essere previsto l'impiego di almeno tre classi di inerti, la cui miscela dovrà rientrare nel fuso granulometrico stabilito.

#### Acqua

Proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate nel capitolo "Caratteristiche dei materiali".

La quantità d'acqua d'impasto, tenuto conto della umidità variabile contenuta negli inerti, dovrà essere costantemente regolata in modo da rispettare rigorosamente il rapporto acqua / cemento prescritto dal progetto.

#### Additivi

Allo scopo di realizzare i calcestruzzi con la necessaria lavorabilità anche con basso rapporto acqua / cemento si farà costantemente uso di additivi fluidificanti o superfluidificanti conformi al capitolo "Caratteristiche dei materiali" e comunque del tipo approvato dalla Direzione Lavori, che a seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, saranno ad effetto normale, ritardante o accelerante. Per i calcestruzzi soggetti durante l'esercizio a ciclo di gelo - disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti dosati in quantità tale da realizzare una percentuale di aria occlusa totale secondo quanto riportato nel progetto misurata sul calcestruzzo fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI.

Altri tipi di additivi o agenti espansivi, se prescritti dal progetto, dovranno essere sempre conformi al capitolo "Caratteristiche dei materiali" e comunque preventivamente approvati dalla Direzione Lavori, la quale prescriverà di volta in volta le relative modalità d'uso.

Se prescritto dal progetto gli additivi dovranno essere premiscelati a secco in stabilimento con il legante idraulico; la miscela - predosata dovrà essere fornita in sacchi ed essere conforme a quanto prescritto nel capitolo "Caratteristiche dei materiali".

#### Resistenza dei calcestruzzi

Per la determinazione delle resistenze caratteristiche a compressione dei calcestruzzi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 1086 del 05.11.1971 (D.M. del 14.09.2005 e successive modifiche).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo di calcestruzzo previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla

Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura della Direzione Lavori e a spese dell'Impresa, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti. I provini contraddistinti con numero progressivo del relativo verbale di prelievo verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali indicati dalla Direzione Lavori previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuati presso i Laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove della prima serie di prelievi saranno presi a base per la contabilizzazione dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione -  $R_{ck}$  -, accertato per ciascun tipo e classe di calcestruzzo, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, od a quello ordinato per iscritto dalla stessa Direzione Lavori. Inoltre, sempre nel caso che la condizione di cui sopra risulti soddisfatta, dovranno essere sottoposti a prova presso Laboratori Ufficiali, per il controllo dei risultati ottenuti, i provini della seconda serie di prelievi nella misura prescritta dalle vigenti Norme di Legge.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione -  $R_{ck}$  - ricavata per ciascun tipo e classe di calcestruzzo dalle prove della prima serie di prelievi risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori od a quella ordinata per iscritto dalla stessa Direzione Lavori, si dovranno sottoporre a prova presso Laboratori Ufficiali tutti i corrispondenti provini della seconda serie di prelievi, qualunque sia la categoria cui appartiene il calcestruzzo.

Nell'attesa dei risultati ufficiali il Direttore dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni di maturazione -  $R_{ck}$  - non inferiore a quella della classe indicata nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori od a quella ordinata per iscritto dalla Direzione Lavori stessa, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione dei lavori.

Qualora invece, anche dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, od a quella ordinata per iscritto dalla stessa Direzione Lavori, l'Impresa dovrà presentare, a sua cura e spese, una relazione supplementare nella quale dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, il valore della  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo sarà contabilizzato con la classe alla quale risulterà appartenere la relativa  $R_{ck}$ . Nel caso che il valore della  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori od a quella ordinata per iscritto dalla stessa Direzione Lavori. Saranno a carico della Società Appaltante tutti gli oneri relativi alle prove di Laboratorio, sia effettuate presso i Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

#### Consistenza, espansione contrastata, contenuto di aria

Dovranno essere riscontrati continuamente durante il lavoro in conformità alle Norme UNI vigenti.

#### Confezione

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura sia degli inerti, sia del cemento; la dosatura del

cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

Gli impianti di betonaggio dovranno indicare alla Direzione Lavori la disponibilità di materie prime e la capacità di stoccaggio, la capacità produttiva, l'efficienza e lo stato di manutenzione dei componenti dell'impianto, la presenza e l'efficienza o meno dell'automazione e del premescolatore, la distanza dal cantiere, il supporto logistico (numero betoniere, numero pompe, numero bocche di carico, ecc.) e l'eventuale supporto tecnico fornito.

L'Impresa dovrà sottoporre alla D.L. la pianificazione dei getti (modalità e programma temporale) e dovrà garantire la disponibilità da parte dell'impianto di betonaggio a verifiche della D.L. presso l'impianto stesso e l'accesso alle registrazioni significative (cicli di carico, qualifica autisti, ecc.)

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera) ed esente da grumi (a tal fine è preferibile avere dei premescolatori a monte della fase di carico in betoniera). L'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori per accettazione la sequenza di carico per ridurre il rischi di formazione di detti grumi.

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo, bensì mediante l'impiego di additivi aeranti, plastificanti o fluidificanti

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C, salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tale caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare.

#### Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dalla centrale di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di separazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Il tempo intercorrente fra l'inizio della mescolazione (introduzione dell'acqua in miscela) e fine scarico non deve superare i 90-100 minuti in condizioni meteo favorevoli.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le benne a scarico di fondo ed i nastri trasportatori. Non saranno ammessi gli autocarri a cassone e gli scivoli.

L'uso delle pompe è consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo (e più in generale tutte le caratteristiche dello stesso) alla bocca di uscita della pompa. È facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti o con presenza di grumi.

L'Impresa dovrà dimostrare e documentare alla Direzione Lavori l'esperienza degli autisti delle autobetoniere ed in particolar modo dei pompisti.

#### Posa in opera

Come previsto dal progetto sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi approvati ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato e vibrato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di stagge vibranti o attrezzature equivalenti.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente dopo il disarmo con malta reoplastica premiscelata ad alta resistenza (di tipo approvato dalla D.L.); ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando tondi metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di Elenco. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze di aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Appaltatore non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per aggotare l'acqua e per impedire che la stessa la dilavi e ne pregiudichi le caratteristiche meccaniche e di durezza. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione (prima dei getti con verifica preventiva della D.L.) quanto è previsto nei disegni esecutivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori.

L'onere relativo è compreso e compensato nel prezzo dell'opera e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Per getti di particolare importanza, su richiesta della Direzione Lavori, dovrà essere predisposto da parte dell'Impresa un "Registro dei Getti" in cui figurino almeno i dati riportati nel modello seguente:

Data	N° bolla	Prelievo (S/N)	Collocazione getto	Ora inizio carico	Ora fine scarico
------	-------------	-------------------	-----------------------	----------------------	---------------------

--	--	--	--	--	--

Stagionatura e disarmo

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei calcestruzzi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema di stagionatura da utilizzarsi sarà stabilito in corso d'opera in funzione del grado di umidità ed acqua già contenuta nei materiali impiegati.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le previste resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. 09.01.96 e successivi aggiornamenti).

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Predisposizione di fori, tracce, cavità, inserti di qualsiasi tipo, ancoraggi, tirafondi, staffaggi, ecc.

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione (prima dei getti con verifica preventiva della D.L.) quanto è previsto nei disegni costruttivi, o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature, inserti di qualsiasi tipo, ancoraggi per strutture metalliche saldati e non, impianti e altri inserti, tirafondi, ecc. nelle platee, travi, solette, pilastri, fondazioni, muri, parapetti, cordoli, ecc. Inoltre l'Impresa dovrà eseguire, anche se non specificatamente indicata nei disegni di progetto, ogni predisposizione con fornitura dei materiali e manufatti necessari per la posa in opera e ancoraggio di apparecchi accessori quali giunti, appoggi fissi e scorrevoli, smorzatori, passi d'uomo, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, parapetti mensole, segnalazioni, parti o tubazioni di impianti di qualsiasi natura, travi e profili di bordo in acciaio a delimitazione di manufatti in c.a.

L'onere relativo è compreso e compensato nel prezzo a corpo offerto e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di giunti o qualsiasi altro manufatto o qualsiasi opera di completamento, sia per le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori e dell'Impresa.

Armature per c.a.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio, lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate, e ai pali di fondazione. Il copriferro minimo per le opere a contatto con il terreno non deve essere inferiore a quanto prescritto nei disegni di progetto.

In corrispondenza di tutti i nodi della gabbie d'armatura dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto o con appositi ganci a scatto, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

È a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici.

Per le armature metalliche dovranno essere impiegati acciai di tipo saldabile, con relativa certificazione. È pure a carico dell'Impresa l'onere per la saldatura o la morsettatura di alcune armature metalliche per realizzare la rete equipotenziale di terra secondo le indicazioni date dalla Direzione lavori in corso d'opera.

Armature per precompressione

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici e nei disegni esecutivi per tutte le disposizioni costruttive, ed in particolare per quanto riguarda:

- il tipo, il tracciato, la sezione dei singoli cavi;
- le fasi di applicazione della precompressione;
- la messa in tensione da uno o da entrambi gli estremi;
- le eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;
- i dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Impresa dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti, realizzati per esempio con pettini in tondino di acciaio.

#### Maturazione artificiale dei getti con vapore saturo

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà comunicare per iscritto alla Direzione Lavori per ottenere la relativa autorizzazione all'esecuzione:

- il tipo ed i principi di funzionamento dell'attrezzatura che dovrà comunque essere equipaggiata con rivelatori della temperatura del calcestruzzo durante il ciclo di maturazione artificiale;
- il ciclo di maturazione con indicazione precisa del tempo di prematurazione, del gradiente di salita e discesa, della temperatura massima prevista, del tempo di maturazione della temperatura massima.

La temperatura massima non dovrà comunque superare i 65°C.

A titolo orientativo dovranno essere seguite le raccomandazioni contenute nel documento dell'American Concrete Institute ACI 517.2R-80 "Accelerated curing of Concrete at Atmospheric Pressure".

## **ART. 12.** **MALTE CEMENTIZIE**

### **a) Malte cementizie espansive**

Le miscele cementizie espansive devono essere fornite già premiscelate a secco; dovranno essere conformi a quanto stabilito dal progetto e comunque del tipo approvato dalla Direzione Lavori. Dovranno inoltre essere impastate in idonei miscelatori con il minimo quantitativo d'acqua indicato dalla Casa produttrice; saranno mescolate fino ad ottenere un impasto ben amalgamato e privo di grumi, aggiungendo eventualmente altra acqua, finché l'impasto non si presenti con la consistenza richiesta dal tipo di lavoro (fluida per il riempimento di casseri, per colata o plastica per applicazione a spruzzo) ma comunque senza superare i quantitativi massimi di acqua indicati dalla stessa Casa produttrice.

La temperatura ottimale di impiego delle malte reoplastiche è di circa 20°C; sono tuttavia accettabili temperature comprese tra 5 e 35°C. Al di fuori di tale intervallo, l'applicazione del prodotto potrà avvenire solo su autorizzazioni della Direzione Lavori, adottando adeguati provvedimenti.

Le malte saranno armate usando rete d'acciaio elettrosaldata delle dimensioni (sezione del filo e larghezza di maglia) stabilite in progetto, oppure inserendo microfibre d'acciaio nell'impasto. Data l'influenza del tenore d'acqua sulle proprietà delle malte, si eviterà con la massima cura che esso si modifichi durante la maturazione del getto. Siccome i pori del calcestruzzo di supporto devono essere saturati con acqua, è necessario che l'applicazione della malta faccia seguito tempestivamente al trattamento di cui all'art. "Preparazione delle superfici di calcestruzzo da ripristinare".

Le malte potranno essere messe in opera con l'ausilio di stagge vibranti (solette) o di casseforme o a spruzzo in conformità a quanto previsto in progetto. Nel caso di messa in opera a spruzzo tramite idonea attrezzatura del tipo approvato dalla Direzione Lavori in un unico o più strati, seguirà dopo un certo tempo dall'ultima applicazione dipendente dalle condizioni climatiche, la fratazzatura. Indicativamente la malta verrà fratazzata quando non aderisce più a mano che la tocchi leggermente (ciò al fine di evitare fessure di ritiro dovute ad eccesso d'acqua superficiale). Nel caso di impiego di casseforme, ove richiesto, si eviteranno quelle di legno o di altro materiale che possa sottrarre acqua dalla malta.



Le malte saranno protette dall'evaporizzazione con una mano aderente di Curing del tipo preventivamente approvato dalla D.L. stesa in quantità minime di litri 0,1 al mq dopo terminata l'operazione di messa in opera della malta o dopo una stagionatura di circa 24 ore con acqua nebulizzata, come da prescrizioni della D.L.; la copertura con il Curing sarà tanto più rapida quanto più caldo e secco è il clima.

Non sarà consentito l'impiego di fogli di polietilene trasparente per impedire l'evaporazione dell'acqua in quanto questi ultimi impediscono la dispersione del calore di idratazione che può provocare fessure per dilatazione termica.

Nel caso di applicazione a spruzzo in più strati, gli strati intermedi dovranno essere stagionati bagnando le superfici con acqua nebulizzata o coprendole con sacchi bagnati per tutto il tempo che intercorre tra due successive applicazioni.

**Malte cementizie additivate con polimeri**

Il prodotto deve essere fornito completamente predosato in due componenti (liquido; polvere) che vanno miscelati tra loro all'atto dell'impiego senza aggiungere acqua ed altri ingredienti.

La miscelazione dovrà farsi meccanicamente solo con strumenti a lenta velocità di rotazione, al fine di evitare ogni inclusione di aria; non è consentito l'impasto a mano nemmeno per piccoli quantitativi di materiale.

Prima di mettere in opera l'impasto lo si lascerà maturare per alcuni minuti, per evitare che le sue caratteristiche meccaniche diminuiscano in seguito ad un principio di separazione di fase, il quale si manifesterebbe con marezzatura della superficie stessa.

Per ottenere la migliore adesione dalla malta sul sottofondo, si preleverà dall'impasto una piccola porzione, eventualmente ammorbidita con una piccola quantità del componente liquido, si da ottenere una boiacca, e si impregnerà la superficie di adesione con un pennello.

L'applicazione della malta dovrà essere effettuata immediatamente dopo l'applicazione della suddetta boiacca, prima che essa abbia modo di essicarsi superficialmente.

L'applicazione della malta si farà direttamente con rinzaffo a cazzuola o con idonea attrezzatura a spruzzo o con frattazzo metallico esercitando una buona pressione e compattazione sul fondo.

Per la realizzazione di spigoli sarà opportuno aiutarsi preposizionando una tavola su un lato.

Lo spessore massimo riportabile direttamente in un singolo strato sarà di 20 mm; spessori superiori saranno realizzati in più strati.

Si dovrà ottenere una finitura superficiale liscia mediante un frattazzino di spugna, da passare alcuni minuti dopo l'applicazione.

**ART. 13.**  
**CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E**  
**ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

Per tali opere provvisorie, l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Per l'esecuzione dei getti di calcestruzzo armato si costruiranno casseri con l'esatta forma e dimensioni previste dai disegni di progetto, atti a resistere al peso della struttura, agli urti, nonché alle vibrazioni prodotte durante la posa del calcestruzzo.

Le casseforme potranno essere metalliche o di materiali fibrocompressi, compensati o di legno; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto; le casseforme in legno dovranno essere

eseguite con tavole di legno abete della migliore qualità, di misura appropriata, piallate sulla superficie a contatto del getto e nei giunti di combacio, al fine di avere dopo il disarmo una superficie in vista piana ed unita, senza sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti ed il relativo onere sarà compreso e compensato nel prezzo di elenco delle casseforme.

Dopo il disarmo, sulle superfici da lasciare a faccia vista sarà curata l'asportazione di tutte le sbavature e l'esecuzione delle stuccature eventuali secondo le modalità confacenti al caso.

Tutte le parti di strutture che presenteranno nidi d'ape, fuori sagoma o fuori piombo o altri difetti od imperfezioni, ritenuti non accettabili dalla Direzione Lavori, dovranno essere demolite o in alternativa corrette mediante opere integrative che saranno ordinate dalla D.L., senza che ciò possa costituire motivo per l'Impresa di richiesta di maggiori compensi o maggiori tempi.

Nel caso di utilizzo di lastre prefabbricate in cemento armato tipo "predalles" esse dovranno essere autoportanti, senza banchinaggio intermedio, durante le fasi di getto, tenendo conto delle luci libere di progetto. Il copriferro delle armature delle "predalles" deve essere non inferiore a 2cm..

Le predalles prefabbricate dovranno essere fornite già con l'armatura metallica a flessione e a taglio necessaria per sopportare oltre il peso proprio e del getto integrativo nelle fasi transitorie anche i carichi permanenti e di quelli accidentali.

Si precisa che l'armatura principale a flessione deve comprendere anche gli spezzoni inferiori di collegamento. Tale armatura sarà posizionata nel getto integrativo e la sovrapposizione delle barre d'armatura non dovrà essere inferiore a 50Ø. Il tutto secondo gli schemi di progetto.

#### **ART. 14.**

#### **INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE CON BOIACCHE CEMENTIZIE**

Nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo). Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua o ottenuta da una miscela di cemento, additivi ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas aggressivi.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (Decreto Ministeriale 14.02.1992 e successivi aggiornamenti), di cui si riporta il testo al punto 40c), si precisa quanto segue, intendendosi sostituite dalle prescrizioni che seguono (più restrittive) le prescrizioni analoghe contenute nel citato D.M.

- 1) La fluidità della boiaccia di iniezione dovrà essere misurata (punto 40a) per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata (+/- 3 secondi nel tempo di scolo del cono, purché non si scenda al di sotto dei 15 secondi). Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la boiaccia di sfrido non venga scaricata senza alcun controllo, sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi.
- 2) E' richiesto l'uso di acqua potabile per l'impasto, in ragione del 30-38% in peso rispetto al peso dei materiali solidi.
- 3) L'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità almeno 1500-2000 giri/min. E' proibito l'impasto a mano; il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh modificato.

- 4) La ritenzione di acqua a cinque minuti dall'impasto dovrà essere superiore al 90% (norma ASTM C91).
- 5) L'essudazione non dovrà essere superiore allo 0,2% del volume (vedi punto 40b).
- 6) Il ritiro dovrà essere assente, l'espansione dovrà essere almeno di 400 micron di lunghezza a due giorni (norma UNI 8147).
- 7) Il tempo d'inizio presa non dovrà essere inferiore a tre ore (a 30°C).
- 8) E' tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali. Egualmente dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello.  
All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo atti a mantenere, al termine dell'iniezione, la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 ore.
- 9) L'iniezione dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta. In caso di interruzioni dovute a causa di forza maggiore e superiori a 5 minuti, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.
- 10) E' preferibile l'impiego di cemento tipo 325 (usando il 425 solo per gli impieghi in inverno).
- 11a) Misura della fluidità con il cono di Marsh modificato  
L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile e avere la forma e le dimensioni che seguono. Cono con diametro di base 15,5 cm, altezza 29 cm; ugello cilindrico diametro interno 1,0 cm, altezza 6 cm riempimento fino ad 1 cm dal bordo superiore. La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo del contenuto del cono, diviso per due. La stessa fluidità sarà ritenuta idonea quando detto tempo sarà compreso tra 15 e 25 secondi subito dopo l'impasto e tra 25 e 35 sec. a 30 minuti dall'impasto (operando alla temperatura di 20°C).
- 11b) Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding)  
Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cmc, diametro cm 6, riempita con 6 cm di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.  
La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.
- 11c) Estratto dal D.M. 14.02.1992 (punti 6.2.4.2.1/2/3/4 - Omissis)  
La resistenza a trazione per flessione a 8 giorni deve essere maggiore o uguale a 4 N/mm<sup>2</sup> (40 kgf/cm<sup>2</sup>).

Operazioni di iniezione

- a) dopo l'impasto di malta deve essere mantenuta in movimento continuo. E' essenziale che l'impasto sia esente da grumi;
- b) immediatamente prima della iniezione di malta, i cavi saranno puliti;
- c) l'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni; la pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a 10 cm la velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 10 Atm;
- d) la pompa deve avere un efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni;
- e) non è ammessa l'iniezione con aria compressa;
- f) quando possibile l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto;
- g) per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore;

- h) la malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella della bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 5 Atm fintanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto;
- i) la connessione fra ugello del tubo di iniezione ed il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria;
- j) appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta se necessario.

#### Condotti

- a) i punti di fissaggio dei condotti debbono essere frequenti ed evitare un andamento serpeggiante;
- b) ad evitare sacche di aria dovranno essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo;
- c) i condotti debbono avere forma regolare, preferibilmente circolare. La loro sezione deve risultare maggiore di:

$$A_0 = 2 \sum_{i=1}^{i=n} a_i$$

in cui  $a_i$  è l'area del singolo filo o treccia, trefolo barra ed  $n$  il loro numero; in ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cm<sup>2</sup>;

- d) si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

#### Iniezioni

Fino al momento della iniezione dei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossidazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione salvo casi eccezionali di ritaratura nei quali debbono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.

In tempo di gelo è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali.

Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5°C nelle 48 ore seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui sia accertata la non aggressività, contenente dal 6 al 10% di aria occlusa.

Se può aversi gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura, e mantenerla calda per almeno 48 ore in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5°C.

Dopo il periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi dal ghiaccio o brina. E' vietato il lavaggio a vapore.

### **ART. 15.**

#### **INIEZIONI CON SISTEMI EPOSSIDICI NELLE GUAINES DEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE DI STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO**

##### a) Modalità di iniezioni

Preliminarmente, sulle travi e nelle posizioni indicate dal progetto o dalla D.L., si dovrà procedere alla localizzazione dei cavi da iniettare mediante misure geometriche eseguite con riferimento ai disegni di progetto e mediante sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura elettro-magnetica o ad ultrasuoni ed eventuali fori-sonda eseguiti con trapano a rotopercolazione a punta di diametro massimo di 18 mm.

Nei punti così individuati, sui paramenti esterni o all'intradosso delle travi, dovrà essere fatto un foro-guida diametro 18-22 mm, successivamente allargato a 50-80 mm esteso in profondità fino alla guaina del cavo di precompressione. Si dovrà quindi asportare la guaina allo scopo di mettere a nudo il cavo e controllare lo stato di conservazione dell'acciaio e della boiaccia di cementazione, ed individuare eventuali infiltrazioni di acqua.

In corrispondenza del cavo messo a nudo, dovranno essere posti in opera tubetti-valvola provvisti alle estremità di apposita cuffia e di attacco con rubinetto per la misura dei vuoti interni e per l'iniezione, fissati mediante pasta collante epossidica, previa accurata pulizia del supporto.

Sarà fatta quindi una prima valutazione della possibilità di creare il vuoto e dell'entità del volume della cavità presente: la prima valutazione tende ad individuare la necessità o meno di effettuare gli interventi di tenuta e le zone dove dovranno essere eseguite tali stuccature; la seconda a stimare i consumi e, principalmente, a controllare, a iniezione ultimata, che tutti i vuoti valutati siano stati riempiti. La valutazione si effettuerà tramite misura (con contalitri) del volume d'aria immesso nella cavità, dopo aver effettuato il vuoto.

Si procederà infine alle iniezioni "sottovuoto" del materiale epossidico avente le caratteristiche specificate all'articolo "caratteristiche dei materiali" per la cementazione di guaine di precompressione e/o per l'intasamento delle fessure e dei vespai interni, effettuate provocando con l'apposita attrezzatura espirante un vuoto dell'ordine di una atmosfera nelle cavità da iniettare ed immettendo poi il materiale di riempimento che, a passaggio terminato, dovrà essere posto sotto una pressione di 2-3 atmosfere prima del bloccaggio del tubo di iniezione.

Occorrerà anche valutare il volume del materiale entrato (in genere misurando il consumo in kg) e passando al volume (Vm) per tramite del peso specifico del materiale stesso oppure valutando direttamente il volume del materiale iniettato.

Il rapporto  $Vm/Vlx100$  (grado di riempimento) verrà indicato per ogni singola iniezione.

**Prove preliminari sui materiali da usare**

Dovranno essere effettuate a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, presso un Laboratorio indicato dalla D.L.

La D.L. si riserva inoltre la facoltà di prelevare in corso d'opera campioni di materiale da sottoporre a sua cura e spese ad ogni ulteriore prova di controllo.

Nel caso che i controlli effettuati dalla Direzione Lavori dopo l'inizio dei lavori non confermino i risultati delle prove preliminari, la stessa Direzione Lavori disporrà, a suo insindacabile giudizio, la sospensione dei lavori e l'allontanamento, a cura e spese dell'Impresa, dei materiali non idonei presenti in cantiere.

Successivamente, dei materiali che l'Impresa avrà provveduto ad approvvigionare in cantiere, saranno prelevati campioni da sottoporre di nuovo, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, all'accertamento di Laboratori, dei requisiti di cui ai precedenti punti.

Solo nel caso in cui le relative prove diano esito positivo i lavori potranno essere ripresi.

In caso contrario il contratto dovrà intendersi automaticamente rescisso ed all'Impresa saranno addebitati tutti i danni che ne potranno derivare alla Società, sia per eventuali deficienze di quanto eseguito, che per ritardi od altro.

## **ART. 16.**

### **CONGLOMERATI E MALTE POLIMERICHE**

Nel seguito saranno convenzionalmente chiamate con la denominazione P.C. (Polimer Concrete).

L'Impresa sarà tenuta a presentare, in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, all'esame della Direzione Lavori per la necessaria approvazione:

la composizione del P.C. con specifica delle caratteristiche chimiche e del dosaggio e del sistema polimerico e delle caratteristiche petrografiche e granulometriche del materiale inerte;

la descrizione dettagliata del ciclo completo di mescolazione, posa in opera e polimerizzazione;

la descrizione tecnica dettagliata corredata da disegni di tutte le attrezzature necessarie per la preparazione e la messa in opera del prodotto e lo stoccaggio del sistema chimico;

i risultati delle prove preliminari eseguite in laboratorio su campioni di P.C. con le modalità ed i prodotti di cui ai precedenti punti a), b), c);

piano dettagliato di tutte le prove di controllo di qualità del prodotto;

descrizione dettagliata di tutte le norme ed i mezzi previsti per garantire l'igiene e la sicurezza del personale addetto ai lavori nonché del traffico che scorre sulla carreggiata affiancata, con particolare riferimento a deposito ed all'impiego di prodotti tossici e di miscele esplosive.

Le caratteristiche ed il dosaggio dei materiali impiegati nonché le modalità esecutive dovranno essere tali da conferire al materiale composito le caratteristiche tecniche specificate al precedente articolo "caratteristiche dei materiali") ed inoltre tali da assicurare una adesione al P.C. in grado di sopportare in sicurezza nel tempo le tensioni che si sviluppano sulla superficie d'attacco per effetto del ritiro del P.C. e per effetto dei gradienti termici.

Nel caso di getti in opera sopra solette di viadotti per la realizzazione di pavimentazione strutturale, il P.C. dovrà essere assestato mediante apposito regolo vibrante fissato su una robusta struttura carrellata scorrevole su guide laterali poste ai bordi della carreggiata in grado di assicurare la vibrazione del P.C. e la rifinitura accurata della superficie superiore rigorosamente secondo l'andamento piano-altimetrico teorico del piano viabile.

Nel caso di getti d'incamiciatura di pile o spalle il getto di P.C. dovrà essere fatto all'interno di idonei casseri in grado di rispettare rigorosamente l'attuale sagoma dei sostegni e di conferire al getto finito una superficie esterna piana e liscia, esente da bolle d'aria e fessurazioni.

L'Impresa deve registrare e mettere a disposizione della Direzione Lavori le date di produzione del sistema chimico impiegato, le temperature di stoccaggio, le date e le quantità di prodotto impiegato per ogni getto sul viadotto.

Alla fine di ogni getto, l'Impresa deve mettere a disposizione della D.L. campioni cilindrici prelevati in numero e aventi le dimensioni prescritte dalla stessa D.L.

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei lavori solo dopo aver preso visione dei certificati ufficiali delle prove eseguite su provini estratti da un getto campione di P.C. su soletta e/o pila eseguito preliminarmente in base al progetto di cui ai precedenti punti a), b), c), d), e), f).

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori della composizione e delle modalità esecutive del P.C., non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere a termini di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

## **ART. 17.**

### **APPARECCHI DI APPOGGIO PER IMPALCATI**

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, all'esame della Direzione Lavori per la necessaria approvazione:

- a) progetto dettagliato costruttivo degli apparecchi d'appoggio e relativi dispositivi di ancoraggio con indicazione esauriente delle caratteristiche dei materiali nonché degli eventuali coefficienti di attrito;
- b) risultati ufficiali delle prove di laboratorio eseguite preliminarmente su campioni di appoggio del tipo di cui è previsto l'impiego;
- c) modalità di posa in opera.

Il progetto degli apparecchi d'appoggio dovrà rispettare rigorosamente:

- \* i disegni del progetto della Società;
- \* la voce di elenco prezzi;
- \* le norme: UNI EN 1337 - Appoggi strutturali; UNI EN 15129:2009 - Dispositivi antisismici; §11.6 e §11.9 del D.M. 17 gennaio 2018.

Nel caso di discrepanze fra le varie prescrizioni devono essere ritenute valide le più restrittive.

Prima della posa in opera degli apparecchi di appoggio l'Impresa dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di resina epossidica.

Procederà successivamente al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto.

Per apparecchi di appoggio in neoprene, le superfici tra le quali vengono inseriti gli appoggi, non dovranno presentare difetti di pianeità e di parallelismo; inoltre dovranno essere orizzontali per evitare la presenza della componente trasversale dovuta al peso proprio. E' ammessa una inclinazione casuale dei piani di appoggio dell'1 o/oo, che dovrà essere comunque compensata con adeguato "allettamento" su collante epossidico.

L'apparecchio non dovrà debordare dalla superficie di appoggio della sottostruttura e della sovrastruttura.

Gli apparecchi di appoggio in acciaio-teflon dovranno essere regolati nella posizione di scorrimento prescritto dal Progettista in relazione al valore della temperatura ambiente all'atto della messa in opera e dovranno essere convenientemente ancorati alla struttura con le modalità previste dal progetto. Se il progetto prevede l'ancoraggio realizzato mediante collanti epossidici, questi dovranno essere conformi a quanto stabilito all'articolo "caratteristiche dei materiali" e dovranno essere applicati con temperatura ambiente superiore a 5°C (all'atto della posa in opera e per un periodo successivo di almeno 24 h) ed entro intervalli di tempo compatibili con i tempi di vita utile ed appiccicosità dati dal fornitore della resina; prima dell'applicazione dei collanti epossidici, le superfici di calcestruzzo tra le quali vengono inseriti gli appoggi dovranno essere trattate mediante sabbiatura in modo da eliminare ogni parte incoerente in fase di distacco, tracce di grasso, disarmante, vernice, lattice di cemento superficiale, ecc. ed infine depolverati accuratamente con aria esente da olio e condensa.

Le stesse procedure di incollaggio dovranno essere seguite nella messa in opera di piastre in acciaio per la spessorazione di apparecchi di appoggio.

Le piastre di acciaio dovranno avere un rivestimento protettivo delle aree soggette ad aggressioni fotochimiche e chimiche con ciclo di verniciatura composto da una prima mano di fondo antiruggine organico ricco di zinco (contenuto minimo di materiale anodico 82% in peso su residuo secco) per uno spessore medio di 40 micron, da una seconda mano di copertura a finire con vernice epossipoliammidica ad elevato contenuto di secco, per uno spessore medio di 70 micron e da maturazione in forno a 120°C per un minimo di 40 minuti; preparazione delle superfici da proteggere, eseguita mediante sabbiatura a metallo bianco SA3.

## **ART. 18.**

### **SOLLEVAMENTO DI IMPALCATI**

Il sollevamento dal basso di testate di impalcati di ponti e viadotti per sostituzione di apparecchi di appoggio, rifacimento di pulvini, ecc., dovrà essere effettuato mediante apparecchiatura idraulica opportuna posta sotto le travi e sui piani di pila o spalla o su piani di posa realizzati opportunamente mediante particolari attrezzature in acciaio vincolate provvisoriamente alle strutture dell'opera e comandata da centralina a pressioni differenziate e rapporto volumetrico costante per assicurare un sollevamento rigido di tutta la testata senza indurre sollecitazioni torsionali alle strutture, con costante ulteriore controllo del sollevamento mediante trasduttori di misura centesimale con lettura a distanza su apparecchio digitale posto presso il posto di comando della centralina.

Per mantenere sollevati gli impalcati durante il tempo occorrente per i lavori di ripristino dei pulvini e la rettifica dell'appoggio delle travi e loro stagionatura, potranno essere usate scatole a sabbia.

Prima di procedere al sollevamento l'Impresa dovrà accertarsi:

- che la struttura che deve essere sollevata non sia soggetta a sollecitazioni maggiori di quelle previste in esercizio - né localmente né globalmente - quando risulterà appoggiata sui martinetti idraulici;
- che nella fase del sollevamento la struttura risulti comunque stabile nei riguardi di eventuali forze orizzontali applicate (vento, urti, componenti del peso proprio, ecc.).

## **ART. 19.**

### **BARRIERE DI SICUREZZA STRADALE IN ACCIAIO**

Le barriere di sicurezza stradale in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, sia su rilevato che su manufatto, nonché lungo lo spartitraffico centrale.

In base alla destinazione si prevedono tre tipologie principali di barriera, secondo la denominazione prevista dalla normativa europea EN1317:

- H2, definita "ad alto contenimento", per installazioni su bordo laterale su rilevato. Le caratteristiche geometriche principali sono le seguenti: altezza cm 75; interasse montanti ml 2.00; nastro formato da due lame a doppia onda da 3 mm di spessore, unite da elementi denominati "calastrelli" nella misura di 2 ogni ml 2.00 (in corrispondenza dei montanti); nastro vincolato ai montanti mediante elementi denominati "distanziatori" di altezza mm 195 e spessore mm 5; montanti C da mm 100x80x5.
- H3, "ad alto contenimento", per installazioni nello spartitraffico o su bordo laterale. Caratteristiche geometriche principali: altezza totale cm 125; interasse montanti ml 1.333; nastro formato da due lame a doppia onda da 3 mm di spessore, unite da elementi denominati "calastrelli" nella misura di 2 ogni ml 0.667 ; nastro vincolato ai montanti mediante elementi denominati "distanziatori" di altezza mm 195 e spessore mm 5; corrente tubolare superiore da mm 160x80x4, vincolato ai montanti mediante piastre di collegamento; montanti HEA100.
- H4b, "a contenimento molto alto", per installazioni nello spartitraffico o su bordo laterale di opere importanti (ponti e viadotti). Caratteristiche geometriche principali della barriera bordo ponte: altezza totale cm 155; interasse montanti ml 1.333; nastro formato da due lame a doppia onda da 3 mm di spessore, unite da elementi denominati "calastrelli" nella misura di 2 ogni ml 0.667 ; nastro vincolato ai montanti mediante elementi denominati "distanziatori" di altezza mm 195 e spessore mm 5; due correnti tubolari superiori da mm 160x80x4, vincolati ai montanti mediante piastre di collegamento; montanti HEB100.

Tali indicazioni rivestono carattere di massima; sarà compito del progettista dare indicazioni progettuali più dettagliate sulle installazioni previste.

Rispetto ai disegni di progetto, la Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

Ogni modifica proposta dall'Impresa alla tipologia generale come sopra descritta, per casi particolari riscontrati in corso di installazione, dovrà essere valutata dalla Direzione Lavori, che potrà accettare o meno, oppure chiedere ulteriori approfondimenti del problema (relazioni di calcolo, simulazioni al computer, ecc.), con spese a carico dell'Impresa.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.



I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire l'installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto di barriera laterale sarà completato con un sistema ad assorbimento telescopico di energia cinetica come da disegni esecutivi, da porre all'inizio del tratto.

Le barriere da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza nelle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla Direzione dei Lavori.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

In caso di installazione su manufatto, i sostegni saranno di norma alloggiati, per l'occorrenza profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni della D.L..

I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate dalla D.L. così pure il ripristino delle superfici manomesse.

Ad interasse non superiore a 25 metri dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

La spaziatura deve essere adeguatamente ridotta a m 12,00 in zone abitualmente nebbiose (Vedi art.173 Regolamento di Attuazione del Codice della Strada) nonché in altre zone specificatamente indicate nei progetti e comunque salvo particolari disposizioni del Direttore dei Lavori.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio tipo S355J0WP oppure, se zincato, di qualità non inferiore a S275.

## **ART. 20.**

### **STRUTTURE IN ACCIAIO**

#### **20.1. GENERALITA'**

Le strutture in acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 05.11.1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche", nonché all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'articolo 21 della predetta legge (D.M. 17.01.2018).

L'impresa sarà tenuta, a propria cura e spese, a presentare all'esame ed all'approvazione della D.L. in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, il progetto costruttivo delle opere; in tale progetto dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate (diametro e posizione dei bulloni e dei fori relativi, coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza, classe delle saldature, dimensione dei cordoni, qualità degli elettrodi e dei materiali d'apporto, etc.) nonché gli schemi di montaggio e controfrecce di officina, piani operativi di montaggio. Dovranno inoltre essere elencate tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di elevazione/fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime.

L'Impresa dovrà altresì verificare, nonché sottoscrivere per accettazione e conferma, la relazione di calcolo delle strutture presente all'interno del progetto; dovrà inoltre integrare tale relazione qualora nella redazione del progetto costruttivo dovesse, sempre con la superiore approvazione della D.L., variare alcuni parti dell'opera; dovrà in ogni caso produrre una relazione integrativa nella quale verranno dettagliate specificatamente le fasi di montaggio/esecuzione dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura in tali diverse fasi.

Sugli elaborati del progetto costruttivo, firmati dall'Impresa, saranno inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

Per quanto concerne il progetto costruttivo delle saldature (classi di qualità delle saldature, tecnologie di esecuzione delle saldature con dimensione dei cordoni, caratteristiche dei procedimenti, qualità degli elettrodi, etc.) e delle bullonature, è fatto obbligo all'impresa di redigere apposita relazione da allegare al progetto costruttivo; nel caso di strutture di particolare importanza è facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, a cura e spese dell'Impresa, alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova o di altro Ente o Laboratorio di sua fiducia; le prescrizioni derivanti da tale consulenza diverranno prescrittive per l'Impresa.

In sede di approvazione del progetto costruttivo, la D.L. stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature e sulle bullonature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 09.01.1996 sopracitato e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione dell'Impresa e delle eventuali raccomandazioni scaturite dalla consulenza sopra definita.

Il costruttore delle strutture metalliche saldate dovrà avere una organizzazione tale da soddisfare i requisiti stabiliti dalla norma UNI EN ISO 3834-3. In particolare:

- dovrà essere individuato da parte del Costruttore il Coordinatore delle attività di saldatura;
- le saldature dovranno essere eseguite secondo le linee guida stabilite nella norma UNI EN 1011 parti 1, 2;
- i saldatori dovranno essere certificati, da un Ente Terzo, secondo UNI EN 287-1 per i procedimenti e le posizioni di lavoro previste;
- i saldatori che eseguiranno prevalentemente cordoni d'angolo dovranno superare le prove previste dalla normativa suddetta per i giunti a T;
- gli operatori dovranno essere certificati, da un Terzo Ente, secondo UNI EN 1418;
- i procedimenti di saldatura dovranno essere certificati, da un Terzo Ente, secondo UNI EN ISO 15614-1; per la certificazione dovranno essere eseguiti dei saggi rappresentativi della produzione oltre a quelli testa a testa necessari per la verifica delle caratteristiche meccaniche (la resilienza sui saggi sarà eseguita almeno alla stessa temperatura prevista per il materiale base).

In ogni caso i procedimenti dovranno essere tali da permettere di ottenere dei giunti di buon aspetto esteriore esenti da difetti fisici nella zona fusa ed aventi almeno resistenza a trazione, su provette ricavate trasversalmente al giunto, non minore di quella del metallo base.

La preparazione di lembi da saldare sarà effettuata mediante macchina utensile smerigliatrice od ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia; i lembi al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

Qualunque sia il sistema di saldatura impiegato, a lavorazione ultimata la superficie della saldatura dovrà risultare sufficientemente liscia e regolare e ben raccordata con il materiale di base.

Dopo l'approvazione del progetto costruttivo da parte della D.L., l'impresa dovrà presentare a quest'ultima, in n. 3 copie ed in formato dwg, i disegni costruttivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura.

L'impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra.

## **20.2. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere approvati ed accettati da parte della D.L., a cura e spese dell'Impresa, prima dell'inizio delle lavorazioni; le

prove di accettazione si svolgeranno presso Laboratori Ufficiali, indicati dalla D.L.; la D.L. potrà autorizzare l'effettuazione di tali prove anche presso i laboratori degli stabilimenti di produzione purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un laboratorio ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della Legge 1086/71.

L'entità dei lotti da sottoporre ad accettazione, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UNI vigenti per i singoli materiali; la D.L. ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori ufficiali di suo gradimento per verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto; tutti gli oneri relativi rimangono a carico dell'Impresa.

Le prove e le modalità di esecuzione saranno quelle prescritte dal D.M. 17.01.2018; in particolare vengono eseguite, per lotto e/o per rotolo, le seguenti prove:

- a) una prova di trazione ed una prova di piegamento su provetta prelevata in senso longitudinale rispetto alla direzione della laminazione;
- b) una prova della composizione chimica dell'acciaio;
- c) tre prove di resilienza KV, su provetta prelevata in senso longitudinale rispetto alla direzione di laminazione, alla temperatura rispettivamente di +20 °C, 0 °C e -20 °C (questo nel caso di acciai con grado JR, J0 e J2).

Per ogni operazione di controllo di accettazione verrà redatto dal D.L. apposito verbale che sarà sottoscritto anche dall'Impresa.

### **20.3. CONTROLLI IN CORSO DI LAVORAZIONE**

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle strutture in acciaio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, l'Impresa ne darà comunicazione alla D.L. specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati di eventuali collaudi interni.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati"; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche di officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi);
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'impresa.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo; in tale occasione la D.L. procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse; entro 8 giorni la D.L. darà risposta fissando la data del controllo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del controllo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

In fase di lavorazione l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni :

- a) il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- b) è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare; i tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- c) negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- d) i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto della esecuzione dei fori;
- e) non sono ammesse al montaggio eccentricità, relative a fori corrispondentesi, maggiori del gioco foro/chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086/71; entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- f) l'uso delle spine di acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- g) fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti con il trapano, con assoluto divieto dell'uso della fiamma, e presentare superficie interna cilindrica e priva di screpolature o cricche; per le giunzioni con bulloni (normali o ad alta resistenza) le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- h) di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri: D=12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm;
- i) i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- j) nelle unioni di strutture normali o ad attrito, che a giudizio della D.L. potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche in caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

#### **20.4. STOCCAGGIO**

Lo stoccaggio deve essere eseguito preferibilmente al coperto; è possibile stoccare i materiali all'aperto solo se si prevedono adeguate misure di protezione dalle intemperie che non permettano l'infiltrazione d'umidità.

In particolare :

- a) non si devono mettere a contatto diretto più pezzi della struttura, ma mantenerli distanziati;
- b) si devono evitare posizionamenti che favoriscano il ristagno d'acqua o di condensa;
- c) bisogna favorire l'aerazione delle superfici anche interne dei pezzi;
- d) non bisogna coprire con teli plastici che possano favorire fenomeni di condensa;
- e) non lasciare i pezzi a contatto diretto con il suolo;
- f) non lasciare a contatto i pezzi con legno trattato o con sostanze che possono attaccare la superficie;
- g) evitare di marcare con vernici o con pastelli cerosi i pezzi, in modo da inficiare l'aggrappo dei trattamenti protettivi superficiali.

#### **20.5. MONTAGGIO**

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della D.L. il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di Legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo; 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 e nelle relazioni integrative redatte dall'Impresa.

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

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

Le parti a contatto con funi, catene o altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette, tenuto conto che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto; 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 nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 17.01.2018 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

La superficie di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza, deve presentarsi pulita, priva di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiata a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

E' 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 ogni unione con bulloni, l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro; se anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la D.L.

## **20.6. CONTROLLI SULLE SALDATURE**

La saldatura sarà impiegata per l'esecuzione delle nuove strutture ove previsto in progetto. Le giunzioni saldate saranno realizzate in accordo a quanto indicato nel presente documento e nel rispetto delle norme e dei requisiti legislativi vigenti per le strutture di carpenteria (D.M. del 17.01.18 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni.") e delle altre norme UNI e Europee comunque applicabili.

Il costruttore dovrà preparare le specifiche di saldatura di produzione (WPS), da sottoporre all'approvazione della Direzione lavori.

Tutte le saldature dovranno essere esaminate con i metodi non distruttivi e le percentuali di seguito descritte:

- esame visivo, (secondo UNI EN ISO 17637): 100% dei giunti;

- esame magnetoscopico superficiale (secondo UNI EN ISO 17638): 50% dei giunti a T/L con parziale penetrazione; 100% dei giunti a T/L con totale penetrazione; 100% dei giunti testa a testa con parziale penetrazione;
- esame ultrasonoro volumetrico (secondo UNI EN ISO 17640): 100% dei giunti testa a testa a piena penetrazione.

Giunti testa a testa non previsti a disegno dovranno essere preventivamente sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, realizzati a piena penetrazione (giunti di prima classe secondo D.M. 17/01/18), controllati al 100% visivamente, con magnetoscopia e ultrasuoni (radiografia per spessori inferiori a 10mm), riportati sui disegni costruttivi.

I criteri di accettabilità dei difetti, per quanto riguarda l'esame visivo, sono riferiti alla UNI EN ISO 5817 classe di qualità B per i giunti tesi e C per i giunti compressi o disposti parallelamente alla direzione degli sforzi. Nel caso di presenza di difetti al di fuori dei criteri di accettabilità stabiliti, le saldature dovranno essere riparate secondo le procedure previste da una specifica di riparazione preparata dal costruttore ed approvata dalla Direzione lavori.

I criteri di accettabilità dei difetti, per quanto riguarda l'esame magnetoscopico, sono riferiti alla norma UNI EN ISO 23278.

I criteri di accettabilità dei difetti, per quanto riguarda l'esame ultrasonoro, sono riferiti alla norma UNI EN ISO 11666.

Le riparazioni saranno controllate al 100% con i metodi non distruttivi più adeguati; inoltre i controlli non distruttivi saranno estesi per un metro da ogni parte del tratto che contiene il difetto oppure a due giunti analoghi nel caso di saldature di lunghezza inferiore ad un metro (le estensioni verranno computate nella percentuale inizialmente prevista). Nel caso di ulteriori difetti l'estensione dei controlli passerà al 100% del giunto (o dei giunti analoghi nel caso di giunti corti). In presenza di cricche o incollature l'estensione dei controlli passerà subito al 100%.

Prima dell'inizio dei lavori il costruttore dovrà realizzare un simulacro saldato che rappresenti il giunto di testa dei correnti da eseguire al montaggio ed un simulacro saldato rappresentativo degli incroci tra montanti e correnti. I giunti così realizzati saranno soggetti ad esami distruttivi e non distruttivi.

La supervisione alla costruzione delle strutture saldate ed i controlli non distruttivi dovranno essere eseguiti da un Istituto Ufficiale, designato dalla Direzione Lavori/Committenza, ma con ogni onere e spesa a carico dell'Impresa, certificato come European Welding Inspector secondo le linee guida dell'EFW (European Welding Federation) e con particolare esperienza nel campo della costruzione e del controllo delle strutture di carpenteria. Il personale che esegue i controlli deve essere certificato di livello almeno 2 secondo la norma UNI EN ISO 9712.

Per quanto concerne i controlli in servizio prima del collaudo definitivo, è richiesta all'Impresa la verifica della protezione superficiale, l'esame visivo al 100% di tutte le saldature della struttura, e, in caso di dubbi, l'esecuzione dei controlli strumentali previa sverniciatura locale.

Se non diversamente specificato in progetto, tutte le saldature si intendono a piena penetrazione e a completo ripristino di sezione. Inoltre le saldature sono continue e non a tratti.

## **20.7. PROVE DI CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

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

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni di Legge; anche sulla base di tali prove verrà redatto, a cura e spese della società, il certificato di collaudo statico delle opere.

**ART. 21.**  
**STRUTTURE IN ACCIAIO TIPO CORTEN**

Nel caso in progetto sia specificato l'utilizzo di acciaio tipo Corten, dovrà esclusivamente essere utilizzato, per la costruzione delle relative strutture, acciaio autopassivante tipo "Corten B" con caratteristiche meccaniche analoghe a quelle degli acciai S355 tipo JR, J0 e J2 (UNI EN 10025) con valore di resilienza garantito rispettivamente a +20°C, 0°C e -20°C.

Le lamiere in tipo Corten B devono rientrare nelle norme NF A 35-502-E36W, ASTM A242 e A588, UNI EN 10025-1 e -5, S.E.W.087.

Oltre a quanto previsto nel precedente articolo riguardante le "strutture in acciaio", per tale tipo particolare di acciaio devono essere verificate le caratteristiche chimiche e meccaniche riportate nell'articolo riguardante le "caratteristiche dei materiali" al punto relativo agli "acciai per strutture in carpenteria metallica", secondo le definizioni e le modalità di prova previste dalle norme di riferimento.

La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'art. 20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le modalità previste dal D.M. 17/01/18, ed in particolare secondo il capitolo 11.3.4.11. dello stesso D.M. "Procedure di controllo su acciai da carpenteria".

Si specifica che per le materie prime provenienti da Paesi della Comunità Economica Europea è sufficiente il certificato di origine del produttore ove questi operi in regime di qualità e sia riconosciuto dalle Autorità competenti; mentre per le materie prime provenienti da Paesi extra CEE o per produttori CEE non operanti in regime di qualità, sarà indispensabile provvedere alla qualificazione dei materiali secondo le normative, in laboratori o enti autorizzati (art.20 Legge 1086/71).

L'impostazione del progetto costruttivo dovrà tener conto delle condizioni che permettono di ottenere una protezione efficace delle superfici in acciaio tipo Corten esposte allo stato nudo o verniciato; il ristagno prolungato dell'acqua piovana e/o la presenza permanente di acque di condensa sono incompatibili con l'impiego dell'acciaio tipo Corten allo stato nudo; gli elementi in acciaio tipo Corten esposti alle intemperie saranno perciò realizzati in modo tale che in ogni punto della struttura l'acqua piovana possa liberamente scorrere e non venga trattenuta da avvallamenti; le parti interne delle strutture dovranno essere adeguatamente areate e ventilate.

Dovrà essere evitato ogni contatto diretto delle superfici in acciaio tipo Corten nudo con altri materiali metallici capaci di provocare coppie elettrochimiche.

L'acciaio tipo Corten è perfettamente saldabile in tutti gli spessori; per la saldatura dell'acciaio tipo Corten dovranno essere seguite le regole e le precauzioni impiegate per l'acciaio ad alto limite elastico.

Nel caso di giunti saldati con una sola passata, la diffusione del metallo base nella zona fusa dovrà essere tale che il cordone di saldatura presenti una resistenza alla corrosione ed una colorazione simili a quelli del metallo di base; l'acciaio tipo Corten può essere saldato ad arco elettrico con metodo manuale con elettrodi al rutilo, neutri e preferibilmente basici, che formino un cordone di saldatura di caratteristiche meccaniche almeno equivalenti a quelle del metallo di base.

Per giunti la cui resistenza è essenziale alla sicurezza della struttura dovranno essere impiegati esclusivamente elettrodi basici o combinazioni equivalenti filoflusso per saldature arco gas od arco sommerso.

Nel caso di giunti saldati in più passate è prescritto di utilizzare lo stesso metallo di apporto impiegato per la saldatura in una sola passata; tuttavia per le passate finali visibili nella struttura esposta alla corrosione atmosferica si raccomanda l'utilizzo di un metallo di apporto leggermente legato al rame o nickel.

Non si dovranno effettuare saldature in officina o in cantiere allorché la temperatura ambiente scenda al di sotto di -5°C; per gli spessori fino a 25 mm si asciugheranno alla fiamma i prodotti prima della saldatura; per spessori compresi fra 25 e 50 mm la temperatura di preriscaldamento ed interpass sarà almeno di 50°C; per spessori superiori tale temperatura sarà almeno di 100°C.

**ART. 22.**  
**ZINCATURA E VERNICIATURA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

**22.1. ZINCATURA**

Il trattamento di zincatura degli elementi in acciaio dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche (taglio, piegature, forature, saldature, ecc.) e dovrà essere preceduto da ciclo di sabbiatura SA 2112 oppure trattamento di decapaggio chimico.

La protezione delle superfici sarà ottenuta con zincatura a bagno caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461 e dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie ed esente da difetti visibili come bolle, punte aguzze e zone non zincate.

Il rivestimento di zinco dei vari elementi dovrà avere spessore secondo quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 1461 prospetti 3 e 4.

Non dovranno essere effettuate operazioni di passivazione successive al trattamento di zincatura in quanto possono contrastare la chimica dei pretrattamenti effettuati dalle verniciature.

**PROSPETTO 2 EN ISO 1461 ZINCATURA SPESSORI**

La tabella fornisce i valori minimi e medi comunemente accettati a seconda dello spessore del materiale trattato.

<b>SPESSORE DELL'ACCIAIO (MM)</b>	<b>MINIMO SPESSORE LOCALE DEL RIVESTIMENTO (µm)</b>	<b>MINIMO SPESSORE MEDIO DEL RIVESTIMENTO (µm)</b>
Acciaio ≥6 mm	70	85
Acciaio ≥3 a < 6mm	55	70
Acciaio ≥1.5 a < 3mm	45	55
Acciaio < 1.5mm	35	45

**22.2. VERNICIATURA A POLVERE TERMOINDURENTE**

Il ciclo di verniciatura previsto, completo di pre-trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice al supporto zincato, è il seguente:

- sgrassaggio mordenzante in fase acida, atto a rimuovere contaminanti organici, quali olii di lavorazione e residui da stoccaggio, e manipolazione con rimozione acida degli eventuali ossidi presenti sui particolari. Decapaggio effettuato ad immersione per un tempo variabile a seconda del grado di ossidazione dello zinco;
- risciacquo con acqua di rete;
- risciacquo con acqua demineralizzata con conducibilità inferiore a 30µS, per una completa rimozione dei sali di trattamento non ancorati, senza lasciare alcun dannoso deposito salino sotto vernice;
- trattamento di passivazione fluozirconica no rinse esente da cromo, atto a depositare sul pezzo con ottimo ancoraggio chimico un sottile strato di fluoruro di zirconio (spessore 0,5-0,6 µm) necessario per un'ottima resistenza alla corrosione e a migliorare l'ancoraggio della vernice. Effettuato ad immersione per un tempo di 5 minuti minimo;
- asciugatura a temperatura inferiore a 150°C;
- verniciatura in automatico con applicazione di vernice in polvere termoisolante nella versione Poliestere per architettura TGIC Free, tinta RAL ed effetto superficiale a richiesta;
- polimerizzazione in forno ventilato a circolazione d'aria forzata fino a completa reticolazione del film di vernice rispettando le indicazioni riportate nella scheda tecnica del fornitore del prodotto verniciante;
- Il film di vernice così ottenuto dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

- 1) spessore:  
minimo 70µm su tutte le facce dell'elemento;
- 2) aderenza:



grado 0 secondo UNI EN ISO 2409 (prova di quadrettatura) e comunque minimo 3 MPa secondo UNI EN ISO 24624 (test di pull-off);

3) resistenza agli urti secondo UNI 8901:

per caduta di una massa di 1Kg da un'altezza di 30cm non devono verificarsi screpolature o distacchi di pellicola;

4) resistenza all'umidità secondo UNI 8744:

la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2mm dopo 400 ore di esposizione; non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

## **22.3. VERNICIATURA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

### **22.3.1. Generalità**

L'Impresa dovrà garantire i trattamenti protettivi di verniciatura delle strutture metalliche per la durata di cinque anni e rilasciare, a favore dell'Ente appaltante, una specifica polizza assicurativa postuma quinquennale, decorrente dalla data di ultimazione lavori.

A tal fine l'Impresa dovrà sottoporre alla Direzione Lavori le specifiche tecniche definitive dei trattamenti protettivi per ogni manufatto, con l'impegno di prestare garanzia quinquennale. Tali specifiche dovranno essere redatte sulla base dei cicli sotto riportati.

Si richiede esplicitamente che il ciclo di trattamento sia idoneo per atmosfere industriali pesanti e per condizioni di abrasioni severe. L'Impresa dovrà riverificare il ciclo sopra descritto in funzione della esplicita garanzia postuma quinquennale, che dovrà prestare mediante apposita polizza assicurativa. Pertanto il ciclo potrà essere anche reso più cautelativo in funzione di ciò che sarà prescritto dal tecnico della compagnia assicuratrice per rilasciare il benestare tecnico.

Qualunque miglioria, integrazione al ciclo sopra descritto, sarà a totale carico dell'Impresa. Anche nelle parti saldate in opera il ciclo protettivo non potrà avere caratteristiche protettive e di durata inferiori.

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante il ciclo di pitturazione (quattro mani di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica) definito nel presente articolo.

Il ciclo sarà preceduto da una accurata preparazione mediante sabbiatura; particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione, all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati; non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto; non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato; tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 ore dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione. L'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite, dalla Direzione Lavori:

a) - in officina, a lavorazione ultimata:

- \* sabbiatura di tutte le superfici
- \* applicazione dello strato di primer

b) – in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

- \* spazzolatura dei punti da ritoccare
- \* ritocchi sullo strato di primer
- \* applicazione dello strato intermedio
- \* applicazione dello strato di finitura.

### **22.3.2. Accettazione dei prodotti vernicianti**

I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche; è in facoltà della Direzione Lavori e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla D.L. campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto; ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto; la D.L., a cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la D.L. formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a pie' d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa e' tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato; la decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data di realizzo del ciclo con l'obbligo di gratuita manutenzione fino alla redazione del certificato definitivo di collaudo dell'intera opera oggetto del contratto; nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza; se i lavori di ritocco eseguiti nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a congruaglio, al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa e' tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer applicato in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio.

### **22.3.3. Preparazione delle superfici**

In officina, dopo l'ossitaglio, si procederà alla molatura/cianfrinatura di tutti gli spigoli, per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo; successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici tramite presabbatura.

Subito dopo le lavorazioni (saldature, forature, piegature, etc.) si effettuerà la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2 1/2 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra mm 0,025 e mm 0,050; potrà essere utilizzata graniglia metallica (cilindretti, piramidi, sfere, etc.).

A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer, che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbiatura, prima che vada a formarsi un qualsiasi principio di ruggine; qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme 5 (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

#### 22.3.4. Ciclo di verniciatura

Il ciclo, tanto per le superfici in vista che per quelle interne, è composto da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

##### 22.3.4.1. Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

- a) Sabbiatura di grado A Sa 2<sup>1/2</sup>;
- b) Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore di film secco di mm 0,070, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 76%
  - zinco metallico nel film secco > 86%
  - legante silicato di etile
  - peso specifico della miscela > g/l 2500
  - temperatura minima di applicazione - 13 °C
  - sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%)

Temperatura	Tempi minimi di sovraverniciatura
-13 °C	7 giorni
+ 4 °C	48 ore
+ 16 °C	24 ore

##### 22.3.4.2. Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

- c) Spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera
- d) applicazione a pennello/ruolo sulle sole superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,060 avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 80%
  - zinco metallico nel film secco > 80%
  - legante epossidipoliammidico
  - peso specifico della miscela > g/l 2500
  - temperatura minima di applicazione + 10 °C
  - sovraverniciatura (con umidità relativa 0 – 85%)

Temperatura	Tempi minimi di sovraverniciatura
+ 10 °C	8 ore
+ 16 °C	6 ore

- e) applicazione mediante pennello/ruolo dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossidipoliammidica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore di film secco di mm 0,080, avente le seguenti caratteristiche:
- contenuto solido > 59%
  - legante epossidipoliammidico modificato
  - peso specifico della miscela > g/l 1250
  - temperatura minima di applicazione +10 °C
  - sovraverniciatura (con umidità relativa 30 – 70%)

Temperatura	Tempi minimi di sovraverniciatura
+10 °C	24 ore
+16 °C	12 ore

**AUTOSTRADA DEL BRENNERO**  
SOCIETA' PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

f) applicazione mediante pennello/rullo di due strati di finitura su tutte le superfici, a base poliuretanica isocianico alifatica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,050 per ciascun strato, avente le seguenti caratteristiche:

- contenuto solido > 57%
- legante poliuretano isocianico alifatico
- aspetto lucido
- peso specifico della miscela > g/l 1200
- temperatura minima di applicazione +4 °C

Esecuzione	In officina		In opera			
Caratteristiche		Primer zincante inorganico		Ritocchi con primer zincante organico	Strato intermedio	Strato di finitura
Applicazione	Sabbatura A Sa 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Airless	Spazzolatura C St 3	pennello	pennello	pennello/rullo
Spessore film secco mm		0,070		0,060	0,080	0,050x2
Componenti n		2		2	2	2
Peso specifico miscela g/l		> 2500		> 2500	> 1250	> 1200
Contenuto solido		> 76%		> 80%	> 59%	> 57%
Zinco metallico nel film secco		> 86%		> 80%		
Legante		Silicato di etile		Epossipoliammidico	Epossipoliammini co vinilico	Poliuretano isocianico alifatico
Temperatura minima di applicazione		-13 °C		+10 °C	+10 °C	+4 °C
Sovraverniciature alle diverse temperature		A -13 °C: 7 d A + 4 °C: 48 h A + 16 °C: 24 h		A + 10 °C: 8 h A + 16 °C: 6 h	A + 10 °C: 24 h A + 16 °C: 12 h	

#### 22.3.5. Caratteristiche di resistenza del ciclo di verniciatura

Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI ISO 3351, sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agenti aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	6 h	60° C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate ( UNI 4261-66)	12 h	35°C
Corrosione in nebbia salina (UNI ISO 9227)	12 h	35°C
Radiazione ultravioletta	6 h	60°C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub>	12 h	35°C

**Dopo questi ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito:**

- 1) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230; il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato)
- 2) Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53219):

Blistering: 1° strato = 9M  
2° strato = 9M  
3° strato = 9F

Ruggine: RO (ruggine assente)

3) Adesione (DIN 53151):

$G_{to}$

(stacco nullo)

4) Spessore films secchi:

1° strato = 70 $\mu$

2° strato = 80 $\mu$

3° strato = 2x50 $\mu$

5) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 Kg; il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

6) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

7) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI ISO 3351) con mandrino diam 4 mm; al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

N°	Prova	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9M	9M	9F
2	Ruggine	Assente		
3	Adesione	Stacco nullo		
4	Spessore films secchi	70 $\mu$	80 $\mu$	2x50 $\mu$
5	Abrasione	< 10 mg		
6	Brillantezza iniziale	> 90%		
7	Brillantezza finale	> 80%		

#### 22.4. VERNICIATURA DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO CORTEN

Fermo restando quanto previsto nel precedente paragrafo "Verniciatura delle strutture in acciaio", il ciclo di verniciatura per le strutture in acciaio Corten sarà costituito da:

- mano di fondo (zincante epossidico con spessore film secco  $\geq$  80 micron);
- una mano intermedia (fondo acrilico con spessore film secco  $\geq$  120 micron);
- due mani a finire (smalto acrilico o epossi-poliuretanico con spessore film secco  $\geq$  50+50 micron) con colore nella gamma RAL.

### ART. 23.

#### GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN CANTIERE

##### 23.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Normativa statale

- |  |                 |
|--|-----------------|
| - D.Lgs. 95                            | d.d. 27.01.1992 |
| - Legge n. 70                          | d.d. 25.01.1994 |
| - D.M. 392                             | d.d. 16.05.1996 |
| - D.M.                                 | d.d. 05.02.1998 |
| - D.M. 145                             | d.d. 01.04.1998 |
| - D.M. 148                             | d.d. 01.04.1998 |
| - D.Lgs. 36                            | d.d. 13.01.2003 |
| - D. Lgs. n. 152 e s.m.i.              | d.d. 03.04.2006 |
| - D.M. n. 186                          | d.d. 05.04.2006 |
| - D.M. Ambiente e successive modifiche | d.d. 17.12.2009 |
| - D.M. Ambiente                        | d.d. 27.09.2010 |
| - D Lgs. n. 205                        | d.d. 03.12.2010 |
| - D.M. Ambiente                        | d.d. 22.12.2010 |
| - D.M. Ambiente n.161                  | d.d. 10 08 2012 |
| - Legge n. 98                          | d.d. 09.08.2013 |

- DPR n. 120 d.d. 13.06.2017

**23.1.1. Normativa locale della Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige**

- DPGP n. 69 d.d. 16.12.1999
- L.P. n: 4 d.d. 26.05.2006 (ad esclusione delle norme dichiarate illegittime con sentenza 14/03/2008, n. 62 della Corte Costituzionale)
- D.G.P. n. 1030 e s.m.i. d.d. 27.09.2016

**23.1.2. Normativa locale della Provincia Autonoma di Trento**

- DPGP n. 1-41/Legisl. d.d. 26.01.1987

**23.1.3. Normativa locale della Regione del Veneto**

- L.R. n. 3 d.d. 21 01 2000
- L.R. n. 11 d.d. 13.04.2001

**23.2. PREMESSE**

Gli oneri connessi alla gestione dei rifiuti destinati allo smaltimento e/o al recupero sono compensati all'interno degli specifici articoli di elenco prezzi relativi ai lavori e pertanto a totale carico dell'Impresa Appaltatrice. Sono altresì a carico dell'Impresa tutti gli oneri per una corretta gestione dei rifiuti nell'ambito del cantiere.

L'Impresa esecutrice dovrà fornire il nominativo di una persona con adeguate competenze in campo ambientale (dipendente od esterno) che faccia da referente per l'Impresa nella gestione degli aspetti ambientali correlati all'esecuzione dei lavori. La competenza deve essere estesa anche a tutti i lavori svolti in subappalto. Prima dell'avvio del cantiere l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, una relazione di valutazione degli aspetti ambientali associati alle lavorazioni previste in cantiere (es: approvvigionamenti idrici e scarichi, suolo, stoccaggio sostanze pericolose, serbatoi, terre e rocce da scavo, rifiuti, rumore) e la descrizione delle misure di contenimento dei potenziali impatti e il relativo sorveglianza e controllo.

Per consentire la necessaria funzione di controllo e di garanzia che rimane a carico della Committenza, l'Impresa prima dell'inizio dei lavori, periodicamente durante i lavori e comunque ogniqualvolta espressamente richiesta, deve consegnare alla Direzione Lavori la documentazione di seguito specificata.

**Prima dell'inizio dei lavori**

La "Relazione sulla gestione dei materiali da scavo e sulla gestione di altri materiali costituenti rifiuti del cantiere", ossia un dettagliato documento descrittivo delle modalità da adottare per la gestione delle terre e rocce da scavo nonché per la gestione dei rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi.

\* **Terre e rocce da scavo.** La relazione dovrà comprendere una descrizione dei flussi di produzione giornalieri o settimanali delle terre e rocce da scavo che si origineranno dai lavori del presente appalto a prescindere dal novero giuridico (sottoprodotto o rifiuto). La relazione dovrà inoltre indicare il modo di movimentazione all'interno del cantiere, delle eventuali aree previste per il deposito temporaneo, e l'individuazione dei siti o impianti di smaltimento e/o recupero e/o utilizzo cui i materiali verranno destinati. In allegato dovrà essere fornita copia dell'autorizzazione dell'impianto o della documentazione comprovante l'espletamento delle procedure per il sito di utilizzo o l'impianto.

\* **Altri rifiuti.** La relazione dovrà comprendere l'elenco delle tipologie di rifiuti che si prevede di gestire, i relativi flussi di produzione giornalieri o settimanali, il modo di movimentazione all'interno del cantiere, le aree previste per il deposito temporaneo e relative caratteristiche, le modalità previste per l'avvio a smaltimento o a recupero, (quali frequenza di trasporto dal cantiere, destinazione, ecc.). Per ogni tipologia di rifiuto deve essere specificata la caratteristica in relazione alla specifica classificazione di "pericoloso" oppure "non pericoloso". Nel caso che nel cantiere siano previste operazioni di idrodemolizione con raccolta e trattamento delle acque reflue, fra le tipologie di rifiuti da gestire dovranno essere compresi anche i fanghi dal trattamento degli effluenti. Relativamente alla gestione dei rifiuti pericolosi, dovrà essere indicato il luogo di conservazione del

registro di carico e scarico e il soggetto giuridico produttore/detentore (impresa appaltatrice o eventuale subappaltatore) responsabile della tenuta. L'appaltatore risponde nei confronti della stazione appaltante della corretta gestione dei rifiuti anche da parte dei propri subcontraenti.

E' facoltà dell'Impresa avvalersi di un **deposito temporaneo** di rifiuti all'interno del cantiere, nel rispetto di tutte le norme di legge (art. 183 comma 1 lettera *bb*) del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.); il deposito temporaneo deve essere effettuato per tipi omogenei e nel rispetto delle relative norme tecniche, nonché, per i rifiuti pericolosi, nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute.

Eventuali variazioni delle modalità di gestione previste nella Relazione devono preventivamente essere comunicate alla Direzione Lavori per iscritto.

### **Nel corso dei lavori**

\* **Terre e rocce da scavo**. Con riferimento alla data fissata per lo stato di avanzamento dei lavori, l'Impresa deve consegnare alla Direzione Lavori entro la settimana successiva, una autocertificazione sottoscritta dal Legale Rappresentante dell'Impresa Appaltatrice, nella quale vengono descritte:

le quantità scavate, quelle presenti nell'eventuale deposito temporaneo di cantiere all'inizio e alla fine del periodo di riferimento per il SAL e quelle allontanate dal cantiere. Per le terre e rocce allontanate dal cantiere l'Impresa appaltatrice è inoltre tenuta ad allegare copia conforme di tutti i formulari di identificazione con indicazione del peso, controfirmati dal destinatario. Qualora i materiali di scavo vengano gestiti come sottoprodotti ai sensi dell'art. 184 bis del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. e per gli effetti dell'applicazione del DPR n. 120 del 13.06.2017, l'Impresa dovrà produrre la documentazione derivante dagli adempimenti ivi previsti.

\* **Altri rifiuti**. Con riferimento alla data fissata per lo stato di avanzamento dei lavori, l'Impresa deve consegnare alla Direzione Lavori entro la settimana successiva, una autocertificazione sottoscritta dal Legale Rappresentante dell'Impresa Appaltatrice, nella quale vengono descritte, per ogni tipologia di rifiuti, le quantità prodotte, quelle in deposito temporaneo in cantiere all'inizio e alla fine del periodo di riferimento), quelle avviate a recupero o a smaltimento fuori cantiere. Per i materiali prodotti dall'attività di cantiere per i quali è ammesso l'utilizzo nel medesimo ambito, ai sensi e per gli effetti dell'applicazione degli artt. 184 bis e 185 comma 1 lettera c) del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., l'Impresa dovrà documentare le quantità prodotte ed utilizzate settimanalmente.

I rifiuti che presentano un codice speculare la cui origine non è nota o presenta caratteristiche diverse da quelle attese, dovranno essere sottoposti a campionamento ai sensi della norma UNI 10802:2013 e ad analisi finalizzata ad escludere un livello di concentrazione pericolosa delle sostanze ivi contenute.

Per i rifiuti avviati fuori cantiere l'Impresa appaltatrice è inoltre tenuta ad allegare copia di tutti i formulari di identificazione con indicazione del peso, ove possibile, controfirmati dal destinatario.

La consegna della suddetta autocertificazione (completa degli allegati) è condizione indispensabile per il pagamento dello Stato di Avanzamento dei Lavori.

Nel caso di conferimento dei rifiuti in impianti di discarica autorizzati ai sensi del D. Lgs 36/2003, la caratterizzazione di base del rifiuto effettuata ai sensi del D.M. 27/09/2010, comprensiva ove necessario delle eventuali analisi è a carico dell'Impresa; essa si intende compresa e compensata nei prezzi offerti; il risultato della caratterizzazione deve essere comunicato per iscritto e tempestivamente alla Direzione dei Lavori.

L'onere della caratterizzazione dei materiali, così come la tenuta dei registri di carico/scarico e la compilazione dei formulari di identificazione previsti per il trasporto, è a carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà trasmettere alla Direzione dei Lavori, prima dell'inizio del conferimento dei rifiuti, sia l'iscrizione all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali, sia l'Autorizzazione dell'impianto di smaltimento o recupero del sito di destino; nel caso di variazione dei soggetti interessati dovranno essere trasmessi alla Direzione dei Lavori i nuovi documenti.

### **23.3. MATERIALI PROVENIENTI DA DEMOLIZIONI DI CALCESTRUZZI ANCHE ARMATI**

I materiali derivanti dalle demolizioni di calcestruzzi rimangono in capo all'Impresa appaltatrice; devono essere gestiti come rifiuti ed avviati a recupero o a smaltimento in conformità alla normativa vigente. Gli oneri connessi a tale attività sono a carico dell'Impresa e si intendono compresi e compensati nei prezzi offerti.

### **23.4. MATERIALI PROVENIENTI DA DEMOLIZIONI DI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

I materiali derivanti dall'attività di demolizione di conglomerati bituminosi dovranno essere avviati come rifiuti a recupero o smaltimento in conformità alla normativa vigente. Gli oneri connessi a tale attività sono a carico dell'impresa e si intendono compresi e compensati nei prezzi offerti.

Qualora sia previsto progettualmente, il materiale bituminoso, ottenuto dalla fresatura a freddo, potrà essere utilizzato nuovamente in cantiere ai sensi e per gli effetti dell'applicazione dell'art. 184 bis del D. Lgs. 152/06 e s.m.i..

### **23.5. MATERIALI DI SCARTO PROVENIENTI DALLA REALIZZAZIONE DI INTONACI E CONGLOMERATI CEMENTIZI O SIMILARI**

I materiali di scarto provenienti dalla realizzazione di intonaci e conglomerati cementizi o similari rimangono in capo all'Impresa appaltatrice, devono essere gestiti come rifiuti ed avviati a recupero o a smaltimento in conformità alla normativa vigente. Gli oneri connessi a tale attività sono a carico dell'Impresa e si intendono compresi e compensati nei prezzi offerti.

### **23.6. MATERIALI DI SCARTO PROVENIENTI DALLA DEMOLIZIONE DI PARTI D'OPERA CON L'UTILIZZO DI RESINE SINTETICHE**

I materiali di scarto provenienti dalla demolizione di parti d'opera con utilizzo di resine sintetiche rimangono in capo all'Impresa appaltatrice, devono essere gestiti come rifiuti e devono essere avviati a recupero o a smaltimento in conformità alla normativa vigente. Gli oneri connessi a tale attività sono a carico dell'Impresa e si intendono compresi e compensati nei prezzi offerti.

### **23.7. MATERIALI DI SCARTO PROVENIENTI DALLA DEMOLIZIONE DI PARTI D'OPERA IN MATERIALI FERROSI**

I materiali di scarto provenienti dalla demolizione di parti d'opera con utilizzo di materiali ferrosi rimangono in capo all'Impresa appaltatrice, devono essere gestiti come rifiuti e devono essere avviati a recupero o a smaltimento in conformità alla normativa vigente. Gli oneri connessi a tale attività sono a carico dell'Impresa e si intendono compresi e compensati nei prezzi offerti.

### **23.8. BATTERIE ESAUSTE**

#### Batterie al piombo

E' obbligatoria la raccolta e lo smaltimento mediante riciclaggio delle batterie al piombo esauste.

Chiunque detiene batterie al piombo esauste o rifiuti piombosi è obbligato al loro conferimento al consorzio allo scopo formato direttamente o mediante consegna a soggetti incaricati del consorzio o autorizzati, secondo la normativa vigente, a esercitare le attività di gestione di tali rifiuti; (per l'elenco completo si veda sul sito Internet del COBAT [www.cobat.it](http://www.cobat.it), voce "vita della batteria", sottovoce "raccolta- rete raccolta"); Chiunque, in attesa del conferimento al consorzio, detenga batterie esauste, è obbligato a stoccare le batterie stesse in apposito contenitore dotato di adeguati sistemi di contenimento degli sversamenti e conforme alle disposizioni vigenti in materia di smaltimento dei rifiuti. Gli oneri connessi a tale attività sono a carico dell'Impresa e si intendono compresi e compensati nei prezzi offerti.



### **23.9. IMBALLAGGI**

L'Impresa è responsabile della corretta gestione ambientale degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio generati dal consumo dei prodotti utilizzati all'interno del cantiere; è fatto assoluto divieto di bruciare in cantiere qualsiasi tipo di imballaggio qualunque ne sia la natura.

Gli imballaggi devono essere raccolti in modo separato e conferiti ad un soggetto autorizzato alla raccolta dei rifiuti di imballaggio. Gli oneri connessi a quelle parti di tale attività che non fossero già coperti dai produttori degli imballaggi, sono a carico dell'Impresa e si intendono compresi e compensati nei prezzi offerti.

### **23.10. OLI USATI E FILTRI**

L'impresa è responsabile della corretta gestione degli oli usati e dei filtri generati da operazioni di manutenzione dei mezzi di cantiere.

I contenitori devono essere dotati di adeguati sistemi di contenimento ed idonei al deposito temporaneo come prescritto dal DM. 392/96.

Il conferimento e le successive fasi di gestione devono essere fatte verso soggetti autorizzati.

### **23.11. ALTRI RIFIUTI**

L'Impresa è responsabile della corretta gestione ambientale, secondo i dettami della vigente legislazione, degli altri materiali/rifiuti di risulta dai lavori eseguiti in cantiere e non direttamente richiamati nelle presenti norme tecniche.

### **23.12. CASI PARTICOLARI**

In caso di sversamenti l'impresa dovrà provvedere, a propria cura ed onere, ad eseguire tutte le attività previste dalla normativa vigente in materia di bonifica di siti contaminati (Decreto legislativo n. 152/2006, parte quarta, titolo V) oltre darne tempestiva comunicazione alla D.L.

E' onere dell'impresa trasmettere in copia alla D.L. tutta la documentazione inerente la bonifica (compresa la corrispondenza con le autorità interessate) nei minimi tempi tecnici di volta in volta necessari all'inoltro.

## **ART. 24.**

### **GESTIONE DEGLI APPROVVIGIONAMENTI IDRICI E DEI REFLUI IN CANTIERE**

#### **24.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

##### **24.1.1. Normativa statale**

- R.D. 1775 del 11.12.1933
- D.M. n. 185 del 12.06.2003
- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

##### **24.1.2. Normativa locale della Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige**

- L.P. n. 8 del. 18.07.2002
- D.P.P. n. 6 del 21.01.2008

##### **24.1.3. Normativa locale della Provincia Autonoma di Trento**

- L.P. n. 18 del. 08.07.1976
- DPGP n. 1-41/Legisl. d.d. 26.01.1987

##### **24.1.4. Normativa locale della Regione Emilia-Romagna**

- Regolamento n. 41 del 20.11.2001

## **24.2. APPROVVIGIONAMENTO IDRICO**

Per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico autonomo in cantiere, da corpi idrici superficiali o sotterranei, nonché da altri punti di prelievo, l'Impresa sarà responsabile per il rilascio delle autorizzazioni richieste per l'emungimento/prelievo e l'avvenuta autorizzazione dovrà essere comunicata alla Direzione Lavori.

## **24.3. GESTIONE DEGLI SCARICHI**

Gli oneri per l'analisi, l'eventuale trattamento e lo scarico dei reflui di cantiere sono compensati all'interno degli specifici articoli di elenco prezzi relativi ai lavori e pertanto a totale carico dell'Impresa Appaltatrice.

Al fine dell'assolvimento della necessaria funzione di controllo e di garanzia che rimane a carico della Committenza, l'Impresa deve produrre alla Direzione Lavori,

a) prima dell'inizio dello scarico :

- copia delle autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti, ai sensi dell'art. 124 del D.Lgs. 152/06, completa di tutti gli allegati alla relativa domanda inoltrata;
- progetto dei sistemi di incanalamento dei reflui fino all'eventuale impianto di trattamento;
- progetto degli eventuali sistemi di trattamento e di scarico, completo di dettagliata relazione che dimostri la rispondenza dello scarico stesso alle imposizioni di Legge nonché alle disposizioni autorizzative;

b) durante il periodo dello scarico :

- copia delle analisi via via effettuate sullo scarico dei reflui con raffronto dei parametri misurati con i valori limite di Legge;
- una autocertificazione, con cadenza almeno bimestrale, nella quale vengono riepilogati i tipi e le quantità dei rifiuti derivanti dall'eventuale processo di trattamento dei reflui, avviati a smaltimento o recupero, allegando le fotocopie del formulario-rifiuti previsto dalla Legge dalla quale risulti fra l'altro, la data del trasporto, la data di arrivo, l'indirizzo dell'impianto di destinazione, il tipo e la quantità del rifiuto trasportato.

Per la definizione di "scarico" si rinvia alla normativa vigente (D. Lgs. 152/06, articolo 74, comma 1, lettera ff).

## **24.4. ASPETTI PARTICOLARI INERENTI LE ACQUE REFLUE DA IDRODEMOLIZIONE**

Nelle attività di idrodemolizione in tutti i casi nei quali si abbia uno scarico (quindi sicuramente nei casi di attività di idrodemolizione eseguita in galleria o altro ambiente confinato con la possibilità di convogliare i reflui in una condotta), l'Impresa deve chiedere all'Ente Competente per la tutela delle acque (Regione o Provincia) l'autorizzazione allo scarico ai sensi degli articoli 124 e 125 del D.Lgs. 152/2006 (o delle norme provinciali o regionali applicabili). In tal caso è a carico dell'impresa durante l'attività di scarico dare dimostrazione alla Direzione Lavori mediante opportuna documentazione (certificati di analisi e quant'altro del caso) del rispetto dei limiti di Legge per lo scarico e delle eventuali altre prescrizioni contenute nell'autorizzazione.

Nel caso di scarico sul suolo o nel sottosuolo è a carico dell'Impresa anche:

- (i) accertare, mediante idonea relazione firmata da un tecnico, l'impossibilità tecnica o l'eccessiva onerosità a fronte dei benefici ambientali conseguibili, a recapitare lo scarico in corpi idrici superficiali (articolo 103.comma 1 lettera c) del D.Lgs. 152/2006);
- (ii) prima dell'inizio dell'attività di scarico: effettuare le analisi del terreno (da confrontare in seguito con quelle eseguite dopo la cessazione dell'attività di scarico) e fornirne un originale alla direzione lavori;
- (iii) durante l'attività di scarico: dare dimostrazione alla Direzione Lavori mediante opportuna documentazione (certificati di analisi e quant'altro del caso) del rispetto dei limiti di legge (D.Lgs. 152/2006, Allegato 5, tabella 4; o quelli delle eventuali norme locali) per lo scarico e delle eventuali altre prescrizioni contenute nell'autorizzazione;

- (iv) dopo la cessazione definitiva dell'attività di scarico sul suolo effettuare le analisi del terreno, per verificare che lo scarico non abbia comportato uno stato di inquinamento; un originale dei certificati di analisi dovrà essere consegnato alla direzione lavori;
- (v) nel caso che l'attività di scarico abbia condotto ad uno stato di inquinamento, effettuare la bonifica del terreno.

#### **24.5. ASPETTI PARTICOLARI INERENTI GLI SCARICHI DELLE ACQUE POMPATE NEL CORSO DI LAVORI DI INGEGNERIA CIVILE**

Riferimento normativo: D.Lgs. 152/2006, Art 104, comma 2.

Nel caso che siano previste lavorazioni sotto il piano di campagna che comportino la presenza di scarichi di acque (acque di aggettamento, restituzione di acque derivanti da impianti per l'abbassamento della falda, anche provvisori) l'impresa deve, in dipendenza anche delle soluzioni tecniche adottate, redigere prima dell'inizio di tali lavori una **relazione tecnica sullo scarico delle acque pompate**, che illustri tutte le opere e gli impianti che si intendono realizzare, i tempi di esecuzione, le cautele operative adottate per evitare danni alle opere e all'ambiente, il recapito dello scarico, l'iter e i tempi previsti per ottenere l'eventuale autorizzazione allo scarico. Copia di tale relazione deve essere consegnata alla Direzione Lavori.

Tutti gli oneri per una corretta gestione degli scarichi delle acque pompate nel corso dei lavori sono a carico dell'Impresa, ivi compresi quelli per gli eventuali sistemi di trattamento di tali acque e per la corretta gestione dei fanghi da essa derivanti, quelli per l'ottenimento dell'autorizzazione e per la redazione della citata relazione tecnica.

## Capo Terzo - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

### ART. 25. MISURAZIONI

Oltre a quanto indicato nelle singole voci di elenco, per il computo dei lavori valutati a misura, saranno adottati i seguenti criteri:

- per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo;
- particolarmente si conviene quanto espresso:

a) Scarifiche di strutture in conglomerato cementizio

I prezzi fissati in elenco si applicheranno al volume effettivo del calcestruzzo asportato. Detto volume dovrà essere determinato per differenza tra sezioni trasversali eseguite prima e dopo i lavori di scarifica; le sezioni trasversali dovranno essere costruite per punti rilevati con una distanza tra di loro stabilita dalla D.L. e comunque mai superiore a 1,0 m; l'intervallo tra sezioni successive sarà pure stabilito dalla D.L. e non dovrà essere superiore a 1,0 m.

Demolizioni di conglomerati cementizi

I prezzi fissati in elenco per la demolizione di calcestruzzi si applicheranno al volume effettivo demolito, valutato con metodi geometrici.

Tali prezzi comprendono i compensi per gli oneri ed obblighi specificati nel prezzo di elenco in particolare la scelta, l'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali.

I materiali demoliti resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti utilizzabili dalla Direzione Lavori con l'obbligo di trasportare alla discarica, fuori delle pertinenze stradali, a sua cura e spese, i materiali di rifiuto.

Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e peso sarà valutato con metodi geometrici per il suo volume effettivo, salvo i casi in cui i prezzi di elenco siano indicati a superficie, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte senza detrazione dei fori di passaggio delle tubazioni di scarico e simili, ma con detrazione di tutti gli altri.

Casseforme

Le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

Acciaio per strutture in c.a. e c.a.p.

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, sia esso del tipo Fe B 22 K, Fe B 32 K, Fe B 38 K, Fe B 44 K, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale. Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo teorico di progetto di ogni barra e moltiplicando per il peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407-69. Il peso dell'acciaio ad aderenza migliorata di sezione anche non circolare, sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dell'elemento per il peso unitario della barra tonda di eguale diametro nominale dato dalle tabelle UNI di cui sopra. Il peso dell'acciaio per strutture in cemento armato precompresso con il sistema a cavi scorrevoli sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi, compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio, per il numero dei tondini componenti il cavo e per il peso unitario dei tondini stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e del peso specifico dell'acciaio di 7,85 kg/dmc.

Conglomerato polimerico

I prezzi fissati in elenco si applicheranno al volume effettivo del conglomerato polimerico. Detto volume dovrà essere determinato per differenza tra sezioni trasversali eseguite prima e dopo i lavori di getto, le sezioni trasversali dovranno essere costruite per punti rilevati con una distanza tra di loro stabilita dalla D.L. e comunque mai superiore a 1,0 m; l'intervallo tra sezioni successive sarà pure stabilito dalla D.L. e non dovrà essere superiore a 1,0 m.

#### Pavimentazione

I lavori di pavimentazione verranno normalmente contabilizzati a misura, moltiplicando i prezzi unitari di elenco, dedotti del ribasso d'asta, per la sola superficie effettivamente pavimentata e ordinata.

Per eventuali interventi di pavimentazione eseguiti mediante le forniture di materiali, quali ad esempio i lavori di risagomatura per i quali la complessità del rilievo non è compatibile con i tempi di intervento, ai fini contabili saranno liquidati solamente i quantitativi accompagnati dal rispettivo scontrino di peso (pesa pubblica), debitamente timbrato e controfirmato dai rappresentanti della Direzione Lavori, ai quali saranno consegnati, all'atto dello scarico.

La posa in opera e il costipamento del conglomerato bituminoso fornito in peso o in volume saranno contabilizzati in base al quantitativo totale della miscela riscontrata in fornitura, moltiplicando per il rispettivo prezzo unitario indicato nell'elenco prezzi, al netto del ribasso per il valore della densità in opera ricavata dalla media dei dati riscontrati nei campioni di carote prelevate in sito.

#### Barriere di sicurezza in acciaio e parapetti metallici.

Le barriere, rette o curve verranno misurate sulla effettiva lunghezza, in questa compresi i terminali.

I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposita voce di Elenco prezzi.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, sarà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di Elenco Prezzi relativo alle barriere semplici.

Le barriere montate con diversa configurazione verranno compensate con le relative voci di Elenco Prezzi.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, ed aventi raggio di curvatura inferiore a m. 3, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione di calcestruzzo, ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia.

Nelle voci di Elenco deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori fra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

## **ART. 26. PAVIMENTAZIONI**

Le attività di supporto relative alle fasi di rilevamento e valutazione delle opere dovranno essere eseguite secondo l'andamento cronologico seguente.

### **26.1. LAVORI PROPEDEUTICI**

Individuazione e fissaggio dei caposaldi:

- rilievo e calcolo della rete poligonale e del livellamento trigonometrico;
- tracciamento delle sezioni progressive necessarie per il rilievo generalmente ogni m 50, in caso di particolari condizioni, la Direzione Lavori potrà ordinare un maggior numero di sezioni anche una sezione ogni m 10.

## **26.2. ACCERTAMENTO DELLO STATO DELLA CARREGGIATA**

- rilievo di almeno 4 punti sulle sezioni tracciate per ogni senso di marcia;
- rilievo del lato corrispondente al margine superiore del cordolo rivolto verso i margini delle carreggiate;
- rilievo dei giunti trasversali e dei travi laterali dei ponti;
- rilievo dei By-Pass dello spartitraffico centrale;
- ricalcolo dei risultati ottenuti dalle misurazioni e trasformazione dei valori calcolati in coordinate e contemporaneo tracciamento delle sezioni rilevate.

## **26.3. ELABORAZIONE DEI LIBRETTI DELLE PAVIMENTAZIONI**

- calcolo di un'asse fittizio della carreggiata lungo la posizione della linea centrale di ogni senso di marcia per il calcolo e il tracciamento delle sezioni progressive secondo il punto 6.2;
- calcolo della pendenza in base ai rilievi di accertamento dello stato della carreggiata in conformità con la pendenza laterale prevista dal Progetto o rideterminata dalla Direzione Lavori;
- predisposizione dei libretti della pavimentazione e contemporaneo adeguamento alle prescrizioni indicate;
- elaborazione di protocolli di stesa che indichino le quote sia della superficie superiore della carreggiata che della superficie inferiore del binder da realizzare riferiti ai punti tracciati;
- elaborazione di sezioni longitudinali in scala 1:500/25 con indicazione sia delle quote dello stato attuale della pavimentazione (lungo la segnaletica longitudinale destra, la linea centrale e la segnaletica longitudinale sinistra) che le quote della pavimentazione definitiva.

## **26.4. TRACCIAMENTO E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

- tracciamento dei punti di sicurezza necessari per indicare le quote dello strato di collegamento (binder) e dello strato di usura nella misura di due punti per ogni sezione progressiva e segnalazione dei punti con colore apposto sul cordolo della carreggiata o sulle pareti di contenimento in calcestruzzo o sul sicurvia;
- calcolo delle quote dello strato di collegamento (binder) e dello strato di usura tenendo conto delle larghezze e delle quote di sicurezza, nonché dei punti di variazione delle pendenze trasversali in corrispondenza dei punti tracciati e redazione di un elaborato in cui sono riportati tutti i tracciamenti;
- indicazione della profondità di fresatura segnalando la differenza di quota sulla pavimentazione della carreggiata, in modo chiaro e leggibile all'operatore della fresa;
- rilievo topografico delle profondità di fresatura e dello strato di base;
- verifica delle quote altimetriche del piano di fresatura e redazione di un elaborato che indichi gli spessori dello strato di collegamento (binder) secondo il libretto delle pavimentazioni;
- indicazione degli spessori di fresatura e degli spessori dello strato di usura da stendere ove la scarifica interessi solo questo strato.

## **26.5. REDAZIONE DELLA CONTABILITA' DI CANTIERE**

- Per la redazione della contabilità dei lavori dovranno essere applicate le dimensioni delle singole lavorazioni eseguite secondo le unità di misura riportate nella seguente tabella:

**AUTOSTRADA DEL BRENNERO**  
SOCIETA' PER AZIONI CON SEDE IN TRENTO

SIMBOLOGIA PER LA CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI	
LAVORAZIONE	UNITA' DI MISURA
Fresatura (primi 2 cm)	m <sup>2</sup>
Fresatura (per ogni altro cm)	m <sup>2</sup> x cm
Geotessuto	m <sup>2</sup>
Fondazione stradale	m <sup>2</sup> (in alternativa) m <sup>3</sup>
Strato di base	m <sup>3</sup>
Strato di collegamento	m <sup>3</sup>
Strato di risagomatura	m <sup>3</sup>
Membrana impermeabilizzante	m <sup>2</sup>
Strato di usura Drenante Fonoassorbente Speciale (DREN)	m <sup>2</sup> x cm
Strato di usura Antisdrucchiolo (SMA)	m <sup>2</sup> x cm

- redazione dei disegni di contabilità sotto forma di planimetrie generali (in scala longitudinale 1:500 e in scala trasversale 1:200) che riportano i dati di contabilità rilevanti comprese le profondità di fresatura, gli spessori delle carote, la superficie di stesa della base, le fresature per la posa in opera dello strato d'usura, etc.;
- redazione dei protocolli di calcolo (determinazione delle superfici e delle cubature) e delle tabelle riassuntive;
- raccolta in triplice copia della documentazione contabile.

## **Capo Quarto - PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE**

### **ART. 27. SEGNALETICA ORIZZONTALE**

#### **27.1. PREMESSA**

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato autostradale può impiegare materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, per soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

I prodotti vernicianti sono distinti in tre livelli così di seguito riportate:

- a) vernici a solvente per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate;
- b) termospruzzati plastici per applicazioni di routine;
- c) laminati elastoplastici o prodotti speciali per applicazioni in zone ad alta pericolosità.

#### **27.2. STANDARD GENERALI**

I materiali e forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, di capitolato e degli altri atti contrattuali; dovranno essere delle migliori qualità e, nelle rispettive loro specie, dovranno risultare di precisa e corretta lavorazione.

In particolare qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada D.L.vo n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, dal D.P.R. 16 settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi allegati al progetto.

Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti, solo dopo esame e parere favorevole della Direzione Lavori. Il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

L'Impresa dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture e i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri idonei.

Qualora l'Impresa non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la D.L. stessa a totale spesa dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'art. 23 del Capitolato Generale di Appalto per le opere di competenza del Ministero LL.PP.

##### **27.2.1. Certificazione di qualità**

I materiali da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori in possesso di certificazione di qualità ISO 9000.

Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9000, devono essere certificate da Enti riconosciuti dalla Committente, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n. 125 del 30.05.1996) e successive modifiche ed integrazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che il Direttore Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase dell'esecuzione dei lavori.



### **27.3. CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI**

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

#### **A) Vernici**

Possono essere di due tipi:

##### **1 – idropitture con microsfere di vetro postspruzzate:**

la vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

##### **2 – pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:**

la vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.

#### **B) Termoplastico:**

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

In alcuni tratti, che saranno scelti e indicati dal Direttore dei Lavori, potranno essere realizzate delle strisce orizzontali in termocolato tipo sonoro.

L'esecuzione di segnaletica orizzontale in strisce di margine sonora sarà costituita da:

- segmenti trasversali in rilievo delle dimensioni di cm. 5x25 ed interasse tra ciascuna barretta di cm. 35-37, dello spessore di cm. 0,5, realizzati in materiale termocolato plastico ad alto contenuto di microsfere di vetro premiscelate ed applicate con apposita attrezzatura mobile alla temperatura di circa 200°C;
- successiva ricopertura con materiale termoplastico termospruzzato con postspruzzatura di microsfere di vetro della larghezza di cm 25.

#### **C) Laminati elastoplastici:**

- C.1 per applicazioni provvisorie;
- C.2 per applicazioni poco sollecitate;
- C.3 per applicazioni altamente sollecitate.

#### **27.3.1. 1° LIVELLO prodotti di tipo A** **APPLICAZIONI PROVVISORIE O PER ZONE POCO SOLLECITATE**

Da impiegare per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate (provvisorio, emergenza, fuori stagione, condizioni atmosferiche avverse).

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti servizi:

- segnaletica per piccoli tratti (rappezzi);
- segnaletica su pavimentazioni da ricoprire (strato di binder);
- segnaletica interna agli svincoli;
- segnaletica inerente le intersezioni esterne;
- segnaletica interna alle aree di servizio;
- segnaletica interna alle aree di parcheggio;
- segnaletica informativa delle colonnine SOS;
- segnaletica piste Viacard – Telepass;
- zebrature;
- fascioni d'arresto;
- scritte, frecce e simboli;
- piste d'accelerazione e di decelerazione.

**27.3.2. 2° LIVELLO prodotti di tipo B**  
**APPLICAZIONI DI ROUTINE**

Per applicazioni di routine.

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti servizi:

- segnaletica per la delimitazione delle corsie autostradali in condizioni normali;
- svincoli;
- piste d'accelerazione e di decelerazione.

**27.3.3. 3° LIVELLO prodotti di tipo C**  
**APPLICAZIONI PARTICOLARI**

Per applicazioni particolari.

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti servizi:

- segnaletica in entrata ed uscita nei cantieri di lunga durata.
- margine sinistro della carreggiata;
- margine destro della carreggiata;
- zebrature;
- strisce discontinue;
- scritte, frecce e simboli;
- fascioni d'arresto.

**27.4. STANDARD PRESTAZIONALI DEI MATERIALI**

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436, ai quali tutti i prodotti impiegati nei servizi di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita funzionale.

Valori minori a quelli indicati dalla scheda tecnica, che deve essere prodotta dall'appaltatore prima dell'inizio dei lavori, sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti e comportano l'immediata sostituzione del materiale.

È facoltà del Direttore Lavori, al fine di verificare i parametri prestazionali del materiale da porre in opera, richiedere all'appaltatore e/o eseguire per proprio conto dei provini della segnaletica.

Tali provini sono costituiti da lamierini metallici, delle dimensioni di cm 30 x 100, sui quali sarà posto in opera il materiale destinato alla segnaletica orizzontale.

Saranno eseguiti rilievi della visibilità notturna (valori  $R_L$ ), di derapaggio (SRT) e del colore (fattore  $\beta$ ).

La segnaletica orizzontale, a partire dalla posa in opera, deve essere efficiente, per tutto il periodo della sua vita funzionale, sia in termini di visibilità notturna, sia di antiscivolosità, ecc..

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- colore;
- visibilità notturna (retroreflessione);
- resistenza al derapaggio;
- tempo d'essiccazione.

#### 27.4.1. Colore

Il colore dei materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale, è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore, viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferita al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526-1999).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo **A**, **B** e **C** devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle zone determinate dai vertici delle regioni di cromaticità rilevate secondo le metodologie di cui al successivo articolo "controllo degli standard prestazionali dei materiali", e riportati nella tabella seguente:

VERTICI		1	2	3	4
Segnaletica orizzontale bianca	X	0,355	0,305	0,285	0,335
	Y	0,355	0,305	0,325	0,375
Segnaletica orizzontale gialla classe Y1	X	0,443	0,545	0,465	0,389
	Y	0,399	0,455	0,535	0,431
Segnaletica orizzontale gialla classe Y2	X	0,494	0,545	0,465	0,427
	Y	0,427	0,455	0,535	0,483
Nota - Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica permanente e a quella provvisoria					

prospetto 6 - norma UNI EN 1436

#### 27.4.2. Visibilità notturna (in condizioni di asciutto)

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminanza retroriflessa  $R_L$ .

Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroriflessa  $R_L$ , rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo "Controllo degli standard prestazionali dei materiali", deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo **A**, **B** e **C** e per tutta la loro vita funzionale pari a:

Tipo di materiale		Coefficiente minimo di luminanza retroriflessa $R_L \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{luxe}^{-1}$
<b>Permanente</b>		
A - B	Bianco	$R_L \geq 150 \text{ (R3)}$
A - B	Giallo	$R_L \geq 150 \text{ (R3)}$
C	Bianco	$R_L \geq 150 \text{ (R3)}$
<b>Temporaneo</b>		
A - B - C	Giallo	$R_L \geq 150 \text{ (R3)}$

#### 27.4.3. Resistenza al derapaggio (SRT)

La segnaletica orizzontale deve possedere tra le sue caratteristiche la resistenza allo slittamento, determinato dal contatto tra il pneumatico e il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo "controllo degli standard prestazionali dei materiali", deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimo
S1	$\text{SRT} \geq 45$

#### 27.4.4. Tempo di essiccazione

##### Vernici

La vernice applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un'umidità relativa inferiore all' 80%.

##### Termoplastico

La vernice applicata sulla superficie autostradale (manto in conglomerato bituminoso, manto in conglomerato bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C e umidità relativa non superiore al 70%, deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180÷240 secondi per l'estruso dell'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a insindacabile giudizio del Direttore Lavori, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldamento) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

### **Laminati elastoplastici**

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15 minuti dall'applicazione.

Dopo la rullatura i laminati devono essere immediatamente transitabili.

### **27.5. TOLLERANZE**

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

#### **Colore**

Non sono ammessi valori al di fuori delle zone colorimetriche prescritte al precedente articolo "colore".

#### **Visibilità notturna**

Non sono ammessi valori inferiori a quanto previsto al precedente articolo "visibilità notturna".

#### **Resistenza al derapaggio**

Non sono ammessi valori inferiori a quanto previsto al precedente articolo "resistenza al derapaggio (SRT)".

#### **Tempo d'essiccazione**

- Vernici  
La tolleranza ammessa rispetto a quanto previsto all'articolo "tempo d'essiccazione" è di + 5 minuti.
- Termoplastico  
La tolleranza ammessa rispetto a quanto previsto all'articolo "tempo d'essiccazione" è di + 10 secondi per lo spruzzato e di + 60 secondi per l'estruso.
- Laminati elastoplastici  
La tolleranza ammessa rispetto a quanto previsto all'articolo "tempo d'essiccazione" è di + 5 minuti.

### **27.6. LAMINATI ELASTOPLASTICI**

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione e ad elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non devono scolorire al sole.

#### **27.6.1. Posa in opera**

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso drenante o meno, manti in cemento.

La scelta del laminato, tipo C2 o C3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso.

Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°;

- posate su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adequato peso e dimensioni, accettato dal Direttore Lavori.

Sulle pavimentazioni realizzate già da tempo, preventivamente pulite, va sempre utilizzato del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adequato peso e dimensioni, accettato dal Direttore Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dal Direttore Lavori, automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebraure saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

#### **27.7. IDROCANCELLAZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE TEMPORANEA E PERMANENTE**

La cancellazione della segnaletica orizzontale, sia temporanea, sia permanente, dovrà avvenire mediante l'asportazione della vernice, del materiale termoplastico e/o del laminato elastoplastico, da eseguirsi in tratti continui o discontinui, con l'utilizzo di idonei macchinari capaci di erogare getti d'acqua ad altissima pressione, senza danneggiare la pavimentazione in conglomerato bituminoso; contestualmente dovrà essere eseguita l'aspirazione dei residui di lavorazione.

Alla fine dell'intervento, il fondo stradale dovrà risultare perfettamente pulito e pronto per il tracciamento della nuova segnaletica orizzontale.

La macchina dovrà essere dotata di:

- gruppo pompa a pistoncini di circa 2.500 bar a funzionamento autonomo mediante motore diesel;
- cisterna con capienza complessiva di circa 8.000 litri tali da garantire un'autonomia lavorativa di circa 6 ore.

L'attrezzatura impiegata dovrà inoltre garantire una produzione di cancellatura della segnaletica orizzontale pari a:

- circa 700 m/ora di segnaletica in vernice;
- circa 400 m/ora in termospruzzato plastico.

#### **27.8. ESECUZIONE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Le superfici interessate dalla stesa della segnaletica orizzontale, dovranno essere preventivamente pulite accuratamente, in modo tale da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce d'olio o grasso per mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

Tutte le strisce, sia in vernice premiscelata che in materiale plastico a caldo o a freddo saranno eseguite con postspruzzatura di perline di vetro nelle quantità e qualità prescritte.

Il perlinatore dovrà essere costantemente controllato in modo da stendere le perline uniformemente e senza vuoti.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti dal Direttore Lavori.

Essa dovrà essere lineare, senza sbavamenti o svirgolature, rispettando, per la larghezza delle strisce la tolleranza del +/- 5 mm e per la lunghezza la tolleranza di +/- 150 mm.

I tratteggi, di norma, dovranno rispettare il modulo 4,50 su 12,00 m. in autostrada e 3,00 su 6,00 nei tratti in galleria.

Il giudizio sull'esattezza della posa è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori, e saranno ad esclusivo carico e spesa dell'Impresa ogni opera e fornitura relativa alla cancellazione ed al rifacimento delle segnalazioni giudicate non correttamente posate.

Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, a effettuare la rimozione e il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti, ecc.).

I materiali devono avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

Le strisce in genere, così come tutta la segnaletica orizzontale, potranno essere di ripasso o di primo impianto; l'Impresa, ovunque sia necessario, effettuerà il preventivo tracciamento secondo le dimensioni che saranno precisate dalla Direzione Lavori; tale tracciamento dovrà essere eseguito con attrezzature idonee e personale qualificato in modo da ottenere un risultato di stesa geometricamente a perfetta regola d'arte.

La cancellazione della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa, sia a pagamento, dovrà essere eseguita con procedimento meccanico da fornirsi dalla Impresa stessa previa approvazione della D.L.

#### **27.9. VITA FUNZIONALE DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

I prodotti vernicianti impiegati dovranno garantire una vita funzionale minima, mantenendo i valori richiesti sopradetti per ogni caratteristica richiesta (colore, visibilità notturna, resistenza al derapaggio), riportata nella tabella sottostante:

Tipo di materiale		vita funzionale minima in mesi
Vernici	A	6
Termoplastico	B	12
Laminati elastoplastici	C	36

Durante tutto il periodo di vita funzionale l'Appaltatore provvederà, a sua cura e spese a tutti i ripristini e rifacimenti che si rendono necessari a causa della carenza anche di una sola delle caratteristiche richieste.

#### **27.10. MISURAZIONI**

I lavori di segnaletica orizzontale verranno normalmente contabilizzati a misura, moltiplicando i prezzi unitari di elenco, dedotti del ribasso d'asta per la effettiva quantità.

I prezzi dell'elenco, diminuiti del ribasso contrattuale, si intendono accettati dall'Impresa in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio.

Per la misurazione dei lavori si conviene in particolare quanto appresso:

- la lunghezza delle strisce continue o discontinue sarà valutata per metro lineare effettivo;
- le frecce direzionali saranno valutate a metro quadrato, in base alla effettiva superficie verniciata;
- l'area delle lettere sarà valutata misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circonda ogni singola lettera.

L'eventuale cancellatura verrà computata sempre per l'effettiva superficie cancellata, fatta eccezione per le scritte che saranno valutate misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circonda ogni singola lettera.

#### **27.11. CONTROLLO DEGLI STANDARD PRESTAZIONALI DEI MATERIALI**

I controlli degli standard prestazionali dei materiali, previsti nell'apposito articolo, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti.

Questi devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore Lavori, all'Appaltatore stesso, successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stato effettuato il prelievo e/o la prova.

Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che il D.L. lo riterrà opportuno.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazione portatile e/o con macchine ad alto rendimento a insindacabile giudizio del Direttore Lavori.

##### **Controlli con strumentazione portatile in sito**

- colore
- visibilità notturna
- resistenza al derapaggio.

##### **Controlli con strumentazione ad alto rendimento**

- visibilità notturna

###### **27.11.1. Controlli con strumentazione portatile in sito**

###### *27.11.1.1. Colore*

I controlli delle coordinate tricromatiche saranno eseguiti, come previsto dall'appendice C della UNI 1436, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo d'illuminazione di  $45^\circ \pm 5^\circ$  e un angolo d'osservazione di  $0^\circ \pm 10^\circ$ .

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di  $5 \text{ cm}^2$ .

Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a  $5 \text{ cm}^2$ , ad esempio  $25 \text{ cm}^2$ .

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:



**a) linee longitudinali**

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

**b) simboli**

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

**c) lettere**

per ogni lettera il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.

**d) linee trasversali**

per ogni striscia trasversale il valore delle coordinate tricromatiche sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

I controlli relativi al colore saranno eseguiti a discrezione sia dal Direttori Lavori, sia da un'impresa specializzata scelta dalla Committente.

*27.11.1.2. Visibilità notturna (in condizioni di asciutto)*

I controlli dei valori di retroriflessione saranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN 1436 appendice B, con le seguenti principali caratteristiche:

- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526;
- superficie minima di misurazione  $50 \text{ cm}^2$ ;
- angolo d'osservazione  $\alpha = 2,29^\circ \pm 0,05^\circ$ ;
- angolo d'illuminazione  $\varepsilon = 1,24^\circ \pm 0,05^\circ$ .

Le condizioni di misurazione normalizzata sono concepite per simulare una distanza visiva di 30 m, per il conducente di un veicolo adibito a trasporto passeggeri, con l'altezza dell'occhio di 1,2 m e proiettori montati ad altezza di 0,65 m sopra la superficie stradale.

Il valore di retroriflessione sarà determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella Norma UNI EN 1436 appendice B e più precisamente:

**a) Linee longitudinali**

deve risultare dalla media di dieci sondaggi eseguiti in punti diversi della medesima striscia per lotto/tratto.

In ogni sondaggio devono essere effettuate un minimo di cinque letture dei valori di retroriflessione. Il valore di ciascun sondaggio sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

**b) Simboli**

Per ogni simbolo il valore di retroriflessione sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

**c) Lettere**

Per ogni lettera il valore di retroriflessione sarà dato dalla media delle letture in tre punti diversi.

**d) Strisce trasversali**

Per ogni striscia trasversale il valore di retroriflessione sarà dato dalla media delle letture in cinque punti diversi.

**27.11.1.3. Resistenza al derapaggio**

I controlli relativi al derapaggio saranno eseguiti, come previsto nella Norma UNI EN 1436 appendice D, sia dal Direttore Lavori, sia da un'impresa specializzata scelta dalla Committente.

Il valore della resistenza al derapaggio deve essere determinato con tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo.

In ogni sondaggio devono essere effettuate un minimo di tre letture dei valori di resistenza all'attrito radente.

L'apparecchiatura di misura consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita d'energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di resistenza al derapaggio sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto.

**27.11.1.4. Controlli supplementari per la visibilità notturna**

I controlli relativi alla visibilità notturna, relativamente alla segnaletica per la delimitazione delle corsie di sorpasso (sottocordolo), marcia (tratteggiata) ed emergenza, saranno eseguiti sia dal Direttore Lavori, sia da un'impresa specializzata scelta dalla Committente.

Il controllo riguarderà rilievi eseguiti in conformità a quanto previsto dall'articolo "visibilità notturna".

In base ai risultati acquisiti su 10 sondaggi, qualora vi siano delle risposte negative, con valori  $< 150 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ , si dovranno eseguire dei sondaggi aggiuntivi come riportato nella seguente tabella:

<b>n° rilievi</b>	<b>rilievi &lt; 150 mcd·m<sup>-2</sup>·lux<sup>-1</sup></b>	<b>rilievi aggiuntivi</b>	<b>totale rilievi</b>
10	1	0	10
10	2	3	13
10	3	4	14
10	4	5	15
10	≥ 5	10	20

Il Direttore Lavori potrà effettuare un numero di sondaggi maggiore di quello indicato per poter valutare l'efficienza della segnaletica orizzontale con un campione il più ampio possibile.

Qualora nei tratti interessati dai sondaggi i valori risultino  $< 150 \text{ mcd} \cdot \text{lux}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$  l'Impresa è tenuta entro 10 (dieci) giorni dalla comunicazione della Società con apposito Ordine di Servizio del Direttore Lavori, inoltrato via fax e/o mail, al ripristino dei tratti stessi fino al raggiungimento dei valori richiesti.

**27.11.2. Controlli con strumentazione ad alto rendimento**

**27.11.2.1. Visibilità notturna (in condizioni di asciutto)**

I controlli saranno eseguiti da Imprese specializzate scelte dalla Società, in accordo e con l'assistenza del Direttore Lavori, impiegando una strumentazione dinamica ad alto rendimento, che misura automaticamente e a una velocità sostenuta il coefficiente di luminanza retroriflessa dei materiali per la segnaletica orizzontale presenti sulla carreggiata autostradale.

Tale mezzo deve impiegare un'apparecchiatura di lettura omologata secondo la UNI EN 1436 appendice B, avente le caratteristiche principali riportate all'articolo "visibilità notturna".

Tali rilievi saranno effettuati su tutte le strisce longitudinali sia continue (sottocordolo ed emergenza), sia discontinue (marcia).

I valori della visibilità notturna sulla segnaletica orizzontale asciutta saranno rilevati in continuo con il retro riflettometro dinamico con un intervallo di 40 cm, e saranno restituiti con un valore medio ogni 50 metri.

I valori medi ogni 50 m che si discostano in modo significativo dai valori contigui, possono essere, in accordo con il Direttore Lavori, considerati separatamente, qualora lo scostamento abbia un valido e comprovato motivo tecnico (ed es. sporco localizzato, aree umide, tratti in galleria, cantieri, ecc.).

Per la valutazione della visibilità notturna della segnaletica orizzontale in aggiunta ai valori medi ogni 50 m, saranno individuati tronchi omogenei. Per tronco omogeneo si intende un tratto di segnaletica orizzontale misurato che, in considerazione delle caratteristiche del materiale, delle condizioni ambientali e della sollecitazione subita, possieda valori di visibilità notturna simili. Caratteristici per un tronco omogeneo sono la media calcolata dai valori medi ogni 50 m e la deviazione standard, che considerano una distribuzione normale dei valori rilevati.

I tronchi omogenei saranno individuati secondo il seguente criterio:

- i valori medi ogni 50 m aventi retroriflessione  $< 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lux}^{-1}$  non devono far parte dei tronchi omogenei, ma debbono essere considerati in un tronco omogeneo proprio;
- il tratto definito come tronco omogeneo deve comprendere almeno 5 punti di misura (che corrisponde ad una lunghezza di almeno 250 m);
- la deviazione standard, calcolata per ogni tronco omogeneo, non deve superare i  $30 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lux}^{-1}$ ;
- i valori che non possono essere attribuiti ad un tronco omogeneo saranno indicati come valore puntuale.

I valori medi calcolati ogni 50 m saranno restituiti sia sotto forma di tabella, sia in forma grafica. I tronchi omogenei saranno evidenziati nei grafici assieme ai valori medi del tronco e alla deviazione standard.

La velocità di rilievo per la striscia continua di sottocordolo (corsia di sorpasso) sarà corrispondente alla massima velocità consentita nel tratto di autostrada, in modo tale da non costituire intralcio o rallentamento del normale traffico.

#### *27.11.2.2. Numero controlli*

#### **Visibilità notturna dinamica in condizioni di asciutto**

Il primo controllo relativo all'indice di visibilità notturna, sarà eseguito a 45÷60 gg dall'ultimazione della stesa o del ripasso; il secondo entro la vita funzionale minima della segnaletica orizzontale a discrezione del Direttore Lavori.

Nei tratti nei quali i valori risultano  $< 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lux}^{-1}$  l'Impresa è tenuta entro 10 (dieci) giorni dalla comunicazione della Società con apposito Ordine di Servizio del Direttore Lavori, inoltrato via fax e/o mail, al ripristino dei tratti stessi fino al raggiungimento dei valori richiesti.

#### **27.12. PROVVEDIMENTI TECNICO AMMINISTRATIVI E PENALI**

I risultati delle ispezioni, delle prove e dei certificati raccolti nei controlli in corso d'opera o finali, devono essere conformi ai requisiti richiesti nelle presenti Norme Tecniche.

Qualora questo non avvenga, su richiesta del Direttore dei Lavori, l'Appaltatore dovrà adottare i necessari provvedimenti ed accorgimenti sostituendo i materiali in modo da raggiungere il valore richiesto per tutti i requisiti.

A giudizio insindacabile della Direzione Lavori l'Impresa è tenuta al rifacimento della segnaletica orizzontale che presentasse ondeggiamenti, svirgolate o posizionamenti in contrasto con le norme vigenti in materia.

In nessun caso saranno accettati:

1. disassamenti nelle riprese di stesa superiori a 5 mm;
2. ondeggiamenti longitudinali delle strisce continue con valori di disassamento rispetto alla linea ottimale superiori a 2 cm;
3. svirgolate nella realizzazione di tratteggi superiori a 2 cm rispetto alla linea ottimale.

Qualora i risultati delle successive ispezioni e prove, non rispondessero ancora ai requisiti richiesti, verranno applicati provvedimenti tecnico-contabili nelle seguenti misure:

- per ogni 2% di spessore risultante in meno rispetto a quello minimo prescritto per le strisce in materiale plastico applicato a caldo o a freddo, sarà operata una detrazione pari al 5% del rispettivo prezzo unitario da computare su tutta l'estensione delle strisce risultate carenti;
- per ogni 2% di vernice spartitraffico o altro prodotto da impiegarsi nella realizzazione di segnaletica orizzontale impiegato in meno rispetto al quantitativo minimo previsto, sarà operata una detrazione pari al 5% del rispettivo prezzo unitario da computare su tutta l'estensione attribuita ai saggi negativi;
- per ogni 2 mm. in più o in meno di larghezza delle strisce oltre la tolleranza prescritta di  $\pm 5$  mm. sarà operata una detrazione pari al 5% del rispettivo prezzo unitario computata su tutta l'estensione della striscia difforme;
- per ogni 100 mm. in più o in meno oltre la tolleranza di  $\pm 150$  mm. prevista per la lunghezza di tratteggi, intervalli, ecc. sarà operata una detrazione pari al 5% del rispettivo prezzo unitario computata sull'estensione delle strisce difformi.

In tutti quei casi in cui i risultati delle successive ispezioni o prove, non rispondessero ancora (dopo aver adottato i necessari accorgimenti, modificazioni e sostituzioni), ai requisiti richiesti, verranno applicate penali ed adottati provvedimenti tecnici e amministrativi, a carico dell'Appaltatore, come previsto dalle vigenti Leggi sui Lavori Pubblici.

## **ART. 28.**

### **SEGNALETICA VERTICALE**

La segnaletica verticale deve essere eseguita con l'impiego di idonei macchinari e attrezzature approvate dal Direttore Lavori.

I cartelli segnaletici devono presentare a lavori ultimati la perfetta verticalità, l'allineamento e l'angolarità prevista dagli ordini impartiti dal Direttore Lavori.

#### **28.1. CARATTERISTICHE GENERALI**

##### **28.1.1. Visibilità dei segnali**

Al fine di garantire la perfetta visibilità dei segnali, sia di giorno, sia di notte, in qualsiasi condizione e ovunque essa sia installata, deve essere garantito uno spazio d'avvistamento della segnaletica verticale privo d'ostacoli e/o impedimenti.

La distanza d'avvistamento è lo spazio che consente al conducente di poter avvertire la presenza di un segnale, di riconoscerlo come tale e di individuarne il significato.

Le misure minime dello spazio d'avvistamento, sia di giorno, sia di notte, sono indicativamente le seguenti:

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| 1) segnali di pericolo     | m 150; |
| 2) segnali di prescrizione | m 250; |
| 3) segnali d'indicazione   | m 250. |

Per distanze d'avvistamento minori di oltre il 20% occorre che il segnale sia preceduto da un identico segnale con pannello integrativo.

#### **28.1.2. Distanza dalla carreggiata**

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, e il margine della carreggiata stessa deve essere minima m 0,60 e massima m 1,00, fanno eccezione i cartelli posizionati nello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, quelli montati su supporto a portale, che devono essere di volta in volta esaminati dal Direttore Lavori.

#### **28.1.3. Altezza dalla pavimentazione**

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo m 1,50 e massimo m 2,20, secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello, fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia la cui altezza deve essere compresa tra m 1,70 e m 1,80, e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza deve essere stabilita di volta in volta dal Direttore Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione e il bordo inferiore dei cartelli collocati al di sopra della carreggiata deve essere di m 5,50.

In ogni modo sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

### **28.2. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI MATERIALI E INSTALLAZIONE DELLA SEGNALETICA**

#### **28.2.1. GENERALITA'**

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal Regolamento di Esecuzione del Codice della Strada approvato con D.P.R. n°495 del 16.12.92.

Il Direttore Lavori si riserva la facoltà di far eseguire prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti e autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che l'Appaltatore possa avanzare diritti a compenso per questo titolo.

L'Appaltatore è tenuto ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dal Direttore Lavori atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

#### **28.2.2. Parti metalliche dei segnali**

I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio dello spessore pari a mm 25/10 e/o 30/10.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato in ogni suo perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola che sarà ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del segnale, nelle dimensioni prescritte per ogni cartello, e non inferiore a cm 1,5 per dischi e triangoli e a cm 2 per i pannelli.

Per i triangoli, i dischi e le relative appendici si dovrà usare lamiera di alluminio dello spessore 25/10 mm debitamente resa scabra, sgrassata e sottoposta ai trattamenti precedentemente specificati.

Per i pannelli dei segnali di indicazione si dovrà adottare la lamiera di alluminio dello spessore 30/10 mm trattata come sopra.

#### **28.2.3. Rinforzo sul retro**

Costituito da traverse orizzontali in lamiera di alluminio dello spessore di 30/10 di mm. dello sviluppo di cm 15, piegate ad  $\Omega$  e applicate al cartello nel numero e nella lunghezza necessari a mezzo saldatura elettrica per punti.

Le traverse di rinforzo sul retro dovranno portare i relativi attacchi speciali per l'adattamento ai sostegni o alle intelaiature di sostegno.

Gli attacchi dovranno essere corredati dai necessari bulloni zincati, e relative rondelle pure zincate, dovranno essere eseguiti in modo tale da non richiedere alcuna foratura dei cartelli oppure degli accessori.

Inoltre dovranno essere dotati delle opportune staffe o cravatte.

Nel caso di applicazione di due pannelli a facce opposte e alla stessa altezza sugli stessi sostegni, si dovranno adottare cravatte doppie.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra, mediante carteggiatura meccanica, e sgrassata a fondo.

Il retro e la scatolatura dei cartelli sarà ulteriormente rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

A scelta del Direttore Lavori potranno essere impiegati, per i segnali di indicazione, elementi profilati in estruso di alluminio modulari e connettabili, senza forature, esenti di verniciatura sul retro, con speciali morsetti per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi spessore non inferiore a 20/10 di mm.

#### **28.2.4. Finitura dei segnali**

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche di cui al Decreto 31.3.95 del Ministero LL.PP. relativo al Disciplinary tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali, e dovranno risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme UNI/EN ISO 9000.

Sui triangoli e i dischi della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti, e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Potranno essere accettati simboli con pellicola plastica opaca di colore nero purché questa abbia le stesse caratteristiche di durata garantite dalla pellicola retroriflettente sulla quale sarà applicata.

I segnali di forma triangolare, circolare ed i pannelli esplicativi dei segnali triangolari, quadri e rettangolari, dovranno essere conformi alle tipologie previste dal D.P.R. n°495 del 16.12.92 Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada.

Quando i segnali di indicazione, e in particolare le frecce di direzione, risultano di tipo perfettamente identico, il Direttore Lavori, dopo aver valutato la congruità del quantitativo, potrà richiedere la realizzazione dei segnali con metodo serigrafico,.

Il Direttore Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni della fornitura effettuata, i campioni saranno prelevati in contraddittorio.

Le diverse prove ed analisi da eseguire sui campioni saranno prescritte ad esclusivo giudizio del Direttore Lavori.

#### **28.2.5. Caratteristiche costruttive dei segnali**

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di 150 km/h pari ad una pressione dinamica di 140 kg/m<sup>2</sup>.

L'appaltatore rimarrà pertanto unico e solo responsabile in qualsiasi momento della stabilità dei segnali, sia posati su pali, sia posati su portali, sollevando l'Ente Appaltante dalla responsabilità dei danni che potrebbero derivare a cose e/o a persone.

##### *28.2.5.1. Sostegni a palo*

I sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali), saranno in acciaio tubolare, dovranno essere zincati a caldo (non verniciati) e dovranno avere le seguenti dimensioni:

- pali del Ø mm 48, spessore minimo 2,5 mm, peso minimo kg/m 2,790;
- pali del Ø mm 60, spessore minimo 3,2 mm, peso minimo kg/m 4,190;
- pali del Ø mm 90, spessore minimo 4,0 mm, peso minimo kg/m 8,390.

I pali di sostegno e controvento saranno chiusi alla sommità con tappo in plastica e avranno un foro alla base per il fissaggio del tondino di ancoraggio che ne eviti la rotazione rispetto al terreno, e su richiesta del Direttore Lavori dovranno essere dotati di un sistema antirotazione del cartello rispetto al palo.

I sostegni saranno completi di tutte le staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria in acciaio inox per il fissaggio dei segnali.

Il controvento dovrà essere ancorato al sostegno con una particolare staffa, a una distanza dal bordo superiore del cartello pari ad un terzo dell'altezza complessiva del cartello stesso. Il controvento dovrà avere un'inclinazione, rispetto al sostegno, di 30°.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio potranno essere richiesti dal Direttore Lavori anche in acciaio zincato a caldo con profilo ad "IPE", dimensionati per resistere ad una spinta di kg/m<sup>2</sup> 140, e atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio dell'altezza di mm. 40.

Ove lo ritenga opportuno, l'Impresa potrà proporre sostegni diversi da quelli prescritti, purché ne sia fornita idonea documentazione tecnica, e siano palesemente accettati dal Direttore Lavori.

##### *28.2.5.2. Sostegni a portale*

I sostegni a portale del tipo a "bandiera", a "farfalla" e a "cavalletto", saranno costruiti in lega di alluminio o in acciaio Fe 430 B, zincato a caldo e verniciato con due mani di smalto di colore "grigio luce" (RAL 7035).

La struttura dei ritti sarà realizzata mediante composizione di elementi a sezione rettangolare dilatata nella direzione della sollecitazione massima in modo adeguato ad ogni quota.

Tali tubolari, ottenuti da lamina opportunamente piegata secondo una sezione sostanzialmente a "C", consentiranno, dopo accoppiamento e saldatura longitudinale dei due elementi, di ottenere un profilato chiuso.

L'altezza del ritto sarà tale da consentire l'installazione di targhe ad un'altezza minima di m 5,50 dall'intradosso del cartello al piano viabile.

La traversa per i tre tipi di portale, sarà monotrave a sezione rettangolare con montanti leggeri per il fissaggio delle targhe.

I portali saranno ancorati al terreno mediante un dado di fondazione in calcestruzzo idoneamente dimensionato ed eventualmente sottofondato, secondo le caratteristiche del terreno, tramite l'ausilio di piastra, contropiastra di base e tirafondi.

I tirafondi del tipo M27 di classe 6.6 e la contropiastra saranno conglobati nel getto delle fondazioni, e saranno realizzati con barre in acciaio Fe 510 filettate alle estremità con diametro unificato per portali a cavalletto, bandiera o farfalla di 30 mm.

I bulloni, sia in base che di giunzione della struttura, saranno in acciaio inox del tipo autobloccante.

I calcoli di stabilità dei portali, sia per le strutture, sia per le fondazioni sono a cura e spese dell'Appaltatore che rimane unico e solo responsabile, e dovranno essere redatti da tecnico abilitato secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni", e garantire la completa stabilità della struttura in presenza di una pressione dinamica di  $\text{kg/m}^2$  140 (velocità del vento pari a 150 km/h).

Questi calcoli dovranno essere consegnati preventivamente al Direttore Lavori.

#### **28.2.6. Fondazioni di supporti e/o portali**

La posa in opera della segnaletica deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico.

Devono essere situati alla giusta distanza o posizione agli effetti della visibilità e della regolarità del traffico seguendo le indicazioni fornite dal Direttore Lavori.

Nei prezzi relativi alla posa in opera dei segnali, dei sostegni e di ogni altro materiale occorrente, sono compresi lo scavo, la risistemazione del tappeto erboso e il trasporto alla discarica dei materiali di risulta.

L'impresa dovrà evitare di installare cartelli su proprietà di terzi senza relativa autorizzazione scritta, in caso contrario, sarà la sola ed unica responsabile di fronte a eventuali richieste di danni.

##### *28.2.6.1. Fondazioni per sostegni a palo*

Il blocco d'ancoraggio, per il sostegno dei pali, dovrà essere realizzato in calcestruzzo avente un dosaggio minimo di  $\text{kg/m}^3$  250, le dimensioni minime di m 0,50x0,50x0,70; ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e deve recare al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto d'ancoraggio al basamento di fondazione.

##### *28.2.6.2. Fondazioni per sostegni a portale*

Il plinto di fondazione per l'ancoraggio dei portali dovrà essere realizzato in conglomerato cementizio per opere di fondazione, a prestazione garantita secondo le norme UNI EN 206-1, UNI 11104 in conformità al DM 17/01/2018 con classe di esposizione XF3 e resistenza caratteristica minima  $R_{ck}$  30, confezionato a macchina per opere di qualsiasi forma, dimensionato nelle quantità previste dai calcoli statici che saranno redatti a cura e spese dell'impresa appaltatrice. Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per la formazione ed il disfaccimento dei piani di lavoro, la vibrazione meccanica, la formazione di smussi, incassature, fori, il rispetto della marcatura CE per i prodotti da costruzione prevista dalla Direttiva 89/106/CEE recepita dal DPR 21.04.93, n. 246, e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Nei casi in cui non si ritenga idonea la fondazione, per la stabilità dell'impianto, soprascritta, l'Appaltatore deve opportunamente dimensionarla assumendo le seguenti norme di riferimento:



Tutti gli impianti segnaletici, completi di cartelli, devono essere dimensionati in modo da sopportare le sollecitazioni provocate da un vento spirante a 150 km/h, corrispondenti a 41,66 m/s.

Fatte salve le condizioni di cui al punto precedente occorre comunque verificare la struttura facendo riferimento anche al D.M. del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni", in rapporto all'ubicazione d'ogni singolo.

Detti basamenti devono essere sottoposti all'approvazione del Direttore Lavori, con l'avvertenza che tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stesso dalle sue responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

#### **28.2.7. Rettifiche della segnaletica**

Il giudizio dell'esatta posizione della segnaletica verticale è riservato in modo insindacabile al Direttore Lavori ed è a esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione di spostamento sul posto dei segnali giudicati non correttamente posati.

#### **28.2.8. Rimozione della segnaletica**

Gli impianti segnaletici possono essere completamente rimossi dalla sede di posa; i materiali di risulta dovranno essere trasportati dall'Appaltatore, a discrezione del Direttore Lavori, o nei magazzini dell'Autostrada del Brennero S.p.A. o a discarica autorizzata.

Deve essere, inoltre, ripristinato sia sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità il preesistente piano di posa.

### **28.3. ILLUMINAZIONE DELLA SEGNALETICA VERTICALE**

L'illuminazione con luce portata verrà effettuata mediante corpi illuminati posti orizzontalmente alla sommità o alla base del segnale per consentire l'illuminamento su tutta la superficie.

Il montaggio avverrà a mezzo di pastorali fissati ai sostegni dei segnali (pali di sostegno o montanti in caso di portali).

I corpi illuminanti per tubi fluorescenti saranno del tipo stagno, collegati ai sostegni in modo che l'asse del tubo fluorescente sia parallelo al bordo del segnale e disti da questo non meno di 1 metro.

In ogni caso il modello con le relative caratteristiche tecniche del corpo illuminante dovrà essere preventivamente approvato dalla D.L.

L'illuminamento medio non deve essere inferiore a 200 lux.

Il corpo illuminante non dovrà nascondere in alcun modo la faccia anteriore del segnale e dovrà consentire la regolazione in modo da impedire l'abbagliamento a chi si avvicina al segnale dal retro.

### **28.4. CERTIFICAZIONI E PROVE**

Tutti i materiali impiegati devono essere riconosciuti idonei dal Direttore Lavori, ciò stante l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere stesse.

Il Direttore Lavori si riserva la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso e anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi da eseguire presso Istituti specializzati, autorizzati e competenti allo scopo di constatare la rispondenza dei materiali alle prescrizioni richiamate nel presente Capitolato.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore, di ciò deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

#### **28.5. VITA FUNZIONALE**

L'Appaltatore deve comunque garantire l'esecuzione della posa in opera a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico deve resistere al vento spirante a 150 km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale, di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).

#### **28.6. MISURAZIONI**

I lavori di segnaletica verticale verranno normalmente contabilizzati a misura, moltiplicando i prezzi unitari di elenco, dedotti del ribasso d'asta per la effettiva quantità.

I prezzi dell'elenco, diminuiti del ribasso contrattuale, si intendono accettati dall'Impresa in base a calcoli di sua convenienza ed a tutto suo rischio.

Per la misurazione dei lavori si conviene in particolare quanto appresso:

- tutti i segnali, ad esclusione dei dischi e dei triangoli, a metro quadrato in base alla superficie;
- i sostegni diam. 60 - diam. 90 o ad IPE a ml.;
- i sostegni a portale a unità secondo i prezzi in elenco;
- i sostegni a cavalletto a Kg. secondo il peso;
- i corpi illuminanti ad unità;
- la rimozione e la posa in opera dei segnali a mq. in base alla superficie;
- la rimozione e la posa in opera dei corpi illuminanti ad unità;
- la rimozione e la posa in opera dei portali ad unità;
- le fondazioni a mc.

#### **28.7. PROVVEDIMENTI TECNICO AMMINISTRATIVI E PENALI**

I risultati delle ispezioni, delle prove e dei certificati raccolti nei controlli in corso d'opera o finali, devono essere conformi ai requisiti richiesti nelle presenti Norme Tecniche.

Qualora questo non avvenga, su richiesta del Direttore dei Lavori, l'Appaltatore dovrà adottare i necessari provvedimenti ed accorgimenti sostituendo i materiali in modo da raggiungere il valore richiesto per tutti i requisiti.

A giudizio insindacabile della Direzione Lavori l'Impresa è tenuta al rifacimento della segnaletica verticale che presentasse malformazioni o difetti costruttivi o non fosse conforme alle norme vigenti.