



# COMUNE CANTAGALLO

## AREA TECNICA

### MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA DI COMPETENZA COMUNALE VIA DI PERTUGIATA

### PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO -

Responsabile Unico del Procedimento:  
*ARCH. NICOLA SERINI - Area Tecnica*

Progettista:

*ING. EMILIANO VANNINI  
D.T Sintesi Ingegneria srl*



*via Bure Vecchia nord 115  
51100 - Pistoia (PT)  
cel.339.3676123  
e.mail: sintesingegneria@gmail.com  
pec: sintesingegneria@pec.it*



Collaborazione:  
*ING. FRANCESCA SCARSELLI*

### CAPITOLATO PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI

DATA: Novembre 2022

CT

elaborato

EMIS.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
01	NOV / 2022	Emissione progetto DEFINITIVO - ESECUTIVO	E.V	E.V	E.V



# COMUNE CANTAGALLO

## AREA TECNICA

---

MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA  
DI COMPETENZA COMUNALE  
VIA DI PERTUGIATA

**PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO -**

CAPITOLATO PRESTAZIONALE  
DEGLI ELEMENTI TECNICI

<b>CAPO 1 - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI-----</b>	<b>5</b>
<b>Art. 1 – Qualità, provenienza, certificazione e prove dei materiali -----</b>	<b>5</b>
1.1 Acqua-----	6
1.2 Calci -----	6
1.3 Leganti idraulici-----	7
1.4 Additivi -----	7
1.5 Materiali naturali, di cava e artificiali-----	7
1.6 Manufatti lapidei stradali -----	14
1.7 Elementi artificiali di laterizio e calcestruzzo per murature -----	15
1.8 Prodotti di acciaio -----	16
1.9 Prodotti di ghisa -----	19
1.10 Prodotti prefabbricati di cemento per opere stradali-----	20
1.11 Tubazioni e pozzetti in materie plastiche -----	21
1.12 Leganti idrocarburi e affini -----	22
1.13 Geotessili - Geogriglie-----	23
1.14 Segnaletica stradale-----	25
1.15 Materiali per recupero corticale cemento armato e passivazione armature-----	31
1.16 Materiali fibrorinforzati (FRP)-----	31
<b>CAPO 2 - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO-----</b>	<b>34</b>
<b>2.0 – FASE PRELIMINARE AI LAVORI -----</b>	<b>34</b>
<b>Art. 2 – Rilievi – Capisaldi - Tracciamenti -----</b>	<b>34</b>
2.1 Rilievi -----	34
2.2 Capisaldi -----	34
2.3 Tracciati-----	34
<b>2.1 – SCAVI, DEMOLIZIONI E MOVIMENTI DI MATERIE -----</b>	<b>34</b>
<b>Art. 3 – Demolizioni e rimozioni -----</b>	<b>34</b>
3.1 Generalità-----	34
3.2 Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso-----	35
<b>Art. 4 – Scavi in genere ed opere di contenimento -----</b>	<b>36</b>
4.1 Generalità -----	36
4.2 Smacchiamento e taglio alberature -----	37
4.3 Scotico -----	37
4.4 Bonifiche-----	37
4.5 Scavi di sbancamento -----	37
4.6 Scavi a sezione ristretta -----	38
4.7 Scavi per reti di servizi -----	39
4.8 Interventi di contenimento degli scavi -----	40
<b>2.2 – FORMAZIONE CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE -----</b>	<b>40</b>
<b>Art. 5 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale -----</b>	<b>40</b>
5.1 Piano di posa dei rilevati -----	40
5.2 Piano di posa della fondazione stradale -----	40
5.3 Preparazione della massicciata stradale esistente -----	41
<b>Art. 6 – Strati anticapillari -----</b>	<b>41</b>
<b>Art. 7 – Materiali per rilevati-----</b>	<b>42</b>
<b>Art. 8 – Stabilizzazione delle terre con calce e/o cemento-----</b>	<b>42</b>
8.1 Caratteristiche delle terre da stabilizzare-----	42
8.2 Leganti -----	42
8.3 Progetto delle miscele -----	43
8.4 Modalità di esecuzione dei lavori -----	44
8.5 Controlli di esecuzione-----	44
<b>Art. 9 – Formazione dei rilevati -----</b>	<b>45</b>
<b>Art. 10 – Modalità di esecuzione di scarpate in rilevato e in scavo -----</b>	<b>47</b>
<b>Art. 11 – Terra rinforzata -----</b>	<b>47</b>
<b>Art. 12 – Rilevati eseguiti con materiali riciclati-----</b>	<b>48</b>
<b>2.3 - OPERE EDILI E STRUTTURALI – MANUFATTI STRADALI-----</b>	<b>49</b>
<b>Art. 13 – Malte -----</b>	<b>49</b>
13.1 Composizione delle malte -----	49
<b>Art. 14 – Conglomerati cementizi -----</b>	<b>50</b>

14.1	Conglomerati cementizi (Calcestruzzi) normali e pesanti -----	50
14.2	Calcestruzzo preconfezionato-----	55
14.3	Calcestruzzi speciali -----	56
14.4	Conglomerato debolmente armato o non armato-----	56
<b>Art. 15</b>	<b>– Opere in cemento armato normale -----</b>	<b>56</b>
15.1	Classi di qualità del conglomerato -----	57
15.2	Posa in opera del conglomerato-----	57
15.3	Disarmo dei getti di conglomerato-----	59
15.4	Acciai per conglomerati normali-----	60
<b>Art. 16</b>	<b>- Casseforme, armature e centinature – Varo-----</b>	<b>61</b>
<b>Art. 17</b>	<b>- Strutture in acciaio -----</b>	<b>62</b>
17.1	Generalità-----	62
17.2	Accettazione delle forniture di elementi semplici ed elementi preassemblati-prelavorati-----	62
17.4	Montaggio di prova in officina-----	66
17.5	Collocamento e montaggio in opera – Oneri connessi-----	67
17.6	Verniciatura e zincatura -----	67
<b>Art. 18</b>	<b>– Manufatti stradali – Plinti prefabbricati per pali di illuminazione – Scatolari prefabbricati per opere fognarie e/o idrauliche – pavimentazioni in pietra-----</b>	<b>68</b>
18.1	Liste in masselli di pietra -----	68
18.2	Cordoli in elementi prefabbricati di calcestruzzo -----	68
18.3	Zanelle prefabbricate -----	68
18.4	Plinti prefabbricati per ancoraggio pali illuminazione -----	69
18.5	Scatolari carrabili in calcestruzzo armato prefabbricato per opere fognarie/idrauliche-----	69
18.6	Pavimentazioni in pietra e in autobloccanti-----	69
<b>Art. 19</b>	<b>– Malte per ripristino di tracce su pavimentazioni stradali -----</b>	<b>71</b>
19.1	Malta cementizia areata -----	71
<b>Art. 20</b>	<b>- Impermeabilizzazioni-----</b>	<b>71</b>
20.1	Impermeabilizzazioni con membrane bituminose-----	71
20.2	Impermeabilizzazioni con membrane polimeriche di tipo sintetico -----	72
20.3	Trattamento con resine epossidiche-----	73
20.4	Trattamento con materiali compositi-----	73
<b>Art. 21</b>	<b>– Grigliati di acciaio zincato -----</b>	<b>74</b>
<b>Art. 22</b>	<b>– Recupero corticale cemento armato -----</b>	<b>75</b>
<b>Art. 23</b>	<b>– Sistemi Fibrorinforzati per consolidamento strutture -----</b>	<b>75</b>
<b>Art. 24</b>	<b>– Ancoraggi chimici strutturali su vari supporti-----</b>	<b>76</b>
24.1	Indicazioni di carattere generale-----	76
24.2	Ancoraggio di barre filettate su calcestruzzo-----	76
24.3	Ancoraggio di barre ad aderenza migliorata B450C su calcestruzzo -----	76
24.4	Ancoraggio di barre filettate su muratura -----	76
<b>2.4 - SOVRASTRUTTURA STRADALE -----</b>		<b>77</b>
<b>Art. 25</b>	<b>– Fondazione stradale in misto granulare-----</b>	<b>77</b>
25.1	Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati lapidei di primo impiego-----	77
25.2	Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati riciclati-----	78
25.3	Accettazione delle miscele -----	80
25.4	Modalità esecutive-----	80
<b>Art. 26</b>	<b>– Strati di fondazione o base in misto cementato -----</b>	<b>81</b>
26.1	Materiali inerti-----	81
<b>Art. 27</b>	<b>– Banchine – pavimentazione di strade secondarie-----</b>	<b>85</b>
<b>Art. 28</b>	<b>– Conglomerati bituminosi di base – binder - usura -----</b>	<b>85</b>
28.1	Caratteristiche dei materiali inerti da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi ----	85
28.2	Composizione delle miscele-----	88
28.3	Accettazione delle miscele -----	91
28.4	Esecuzione dei lavori-----	92
28.5	Controlli -----	94
<b>Art. 29</b>	<b>– Binder/usura con conglomerati modificati con aggiunta di polverino di gomma riciclata -----</b>	<b>98</b>
29.1	Usura a tessitura ottimizzata in conglomerato bituminoso tipo "DENSE GRADED" -----	98
29.2	Binder "ALTO MODULO" con aggiunta polverino di gomma-----	105
<b>Art. 30</b>	<b>– Conglomerato bituminoso colorato-----</b>	<b>111</b>
<b>2.5 – SISTEMA DI RACCOLATA ACQUE STRADALI - FOGNATURE-----</b>		<b>111</b>
<b>Art. 31</b>	<b>– Tubazioni per fognoli – condotte principali -----</b>	<b>111</b>
31.1	Tracciati e scavi delle trincee-----	111

31.2	Scarico dai mezzi di trasporto -----	112
31.3	Pulizia dei tubi e accessori -----	112
31.4	Posa in opera dei tubi-----	112
31.5	Prova di tenuta delle tubazioni -----	112
31.6	Ripristino scavi – tracce/trincee -----	113
<b>Art. 32 – Caditoie e chiusini</b> -----		<b>113</b>
32.1	Termini e definizioni-----	113
32.2	Condizioni di fornitura -----	113
32.3	Materiale di spessoramento-----	114
32.4	Nuove installazioni-----	114
32.5	Lavori di ripristino – messa in quota di elementi esistenti -----	114
<b>2.6 - SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE</b> -----		<b>115</b>
<b>Art. 33 - Segnaletica</b> -----		<b>115</b>
33.1	Generalità -----	115
33.2	Segnaletica verticale -----	115
33.3	Segnaletica orizzontale -----	116
33.4	Delineatori di margine – indicatori chilometrici -----	117
33.5	Cancellazione di segnaletica (anche provvisoria)-----	117
<b>2.7 – BARRIERE SICUREZZA STRADALE</b> -----		<b>117</b>
<b>Art. 34 – Barriere di sicurezza metalliche</b> -----		<b>117</b>
<b>2.8 - OPERE A VERDE E COMPLEMENTARI</b> -----		<b>121</b>
<b>Art. 35 – Sistemazione a verde</b> -----		<b>121</b>
35.1	Terra per riporti e riprofilature -----	121
35.2	Materiale vegetale-----	121
35.3	Impianti di irrigazione-----	123
35.4	Manutenzione e garanzie-----	123
<b>Art. 36 – Taglio alberature per motivi di sicurezza</b> -----		<b>124</b>
<b>2.10 – OPERE GEOTECNICHE</b> -----		<b>124</b>
<b>Art. 37 – Pali e micropali</b> -----		<b>124</b>
<b>2.9 – RILIEVI E FRAZIONAMENTI</b> -----		<b>129</b>
<b>Art. 38 – Rilievi e tipi di frazionamento relativi alle aree soggette ad esproprio</b> -----		<b>129</b>
<b>2.10 - LAVORI DIVERSI</b> -----		<b>130</b>
<b>Art. 39 – Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli</b> -----		<b>130</b>
<b>2.11 – PROVE ED INDAGINI SU MATERIALI ED OPERE COMPIUTE</b> -----		<b>130</b>
<b>CAPO 3 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE – ONERI COMPRESI</b> -----		<b>131</b>
<b>Art. 40 – Norme generali</b> -----		<b>131</b>
40.1	Obblighi e oneri compresi e compensati con i prezzi di appalto -----	131
40.2	Valutazione e misurazione dei lavori -----	131
<b>Art. 41 – Tracciamenti</b> -----		<b>132</b>
<b>Art.42 - Demolizioni e rimozioni</b> -----		<b>132</b>
42.1	Scarificazione e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso -----	132
42.2	Demolizioni di manufatti-----	132
42.3	Demolizioni e ricostruzione di recinzioni metalliche-----	132
<b>Art.43 – Scavi in genere</b> -----		<b>132</b>
43.1	Trasporto e movimentazione materiali-----	132
43.2	Rimozione del terreno vegetale - scotico -----	132
43.3	Scavi per la formazione del corpo stradale – scavi di sbancamento -----	132
43.4	Scavi a sezione ristretta -----	133
<b>Art. 44 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale – preparazione della massicciata esistente</b> -----		<b>133</b>
<b>Art. 45 – Materiali per rilevati</b> -----		<b>133</b>
<b>Art. 46 – Formazione dei rilevati</b> -----		<b>133</b>
<b>Art. 47 – Conglomerati cementizi</b> -----		<b>133</b>
<b>Art. 48 – Manufatti prefabbricati</b> -----		<b>134</b>
<b>Art. 49 – Casseforme ed opere provvisionali</b> -----		<b>134</b>
<b>Art. 50 – Centine</b> -----		<b>134</b>
<b>Art. 51 – Acciaio per l’armatura del calcestruzzo</b> -----		<b>134</b>
<b>Art. 52 – Strutture metalliche</b> -----		<b>134</b>
<b>Art. 53 - Barriere di sicurezza stradale e parapetti metallici</b> -----		<b>135</b>
<b>Art. 54 – Murature</b> -----		<b>135</b>
<b>Art. 55 – Strati di fondazione e di base</b> -----		<b>136</b>

<b>Art. 56 – Banchine e pavimentazione di strade secondarie</b> -----	136
<b>Art. 57 – Strato di base, strato di collegamento (binder) e tappeto di usura</b> -----	136
<b>Art. 58 – Condotte-tubazioni</b> -----	137
<b>Art. 59 – Segnaletica orizzontale e verticale</b> -----	137
<b>Art. 60 – Seminagioni – piantagioni</b> -----	138
<b>CAPO 4 – CRITERI AMBIENTALI MINIMI</b> -----	<b>139</b>
<i>4.1 – CRITERI AMBIENTALI MINIMI</i> -----	<i>139</i>

## **CAPO 1 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

### **Art. 1 – Qualità, provenienza, certificazione e prove dei materiali**

#### **Generalità**

Il Regolamento Europeo n. 305/2011/CE impone la **marcatatura CE** obbligatoria su tutti quei prodotti, materiali e kit destinati ad essere stabilmente inglobati in opere di costruzione o in parti di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione stesse. La **marcatatura CE** dei prodotti da costruzione è una procedura obbligatoria per tutti quelli disciplinati dal *Regolamento comunitario "prodotti da costruzione"*; deve essere eseguita dal fabbricante di un prodotto che rientra in tale direttiva, il quale dichiara per mezzo della dichiarazione di prestazione che il suo prodotto è conforme ai requisiti di sicurezza e salute e rispetta le prestazioni minime previsti rispettivamente da tale regolamento e dalla norma armonizzata pertinente.

I materiali, i manufatti e le forniture in genere da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere i requisiti stabiliti dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alle specifiche norme indicate nel presente Capitolato o negli altri atti contrattuali. Essi inoltre, se non diversamente prescritto o consentito, dovranno rispondere alle specificazioni tecniche dei relativi Enti di unificazione e normazione (UNI, EN, ISO, CEI, ecc.) con la notazione che, ove il richiamo del presente testo fosse indirizzato a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà ritenersi rispettivamente prorogata (salvo diversa specifica) o riferita alla norma sostitutiva.

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-laboratori autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla Direzione lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che formati in opera, e sulle forniture in genere. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme UNI, UNI EN, ecc., verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali abbiano ad avere, durante il corso dei lavori, le medesime caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione. Pertanto, qualora in corso di coltivazione di cave o di esercizio di fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare e si presentasse quindi la necessità di cambiamenti nell'approvvigionamento, nessuna eccezione potrà accampare l'Appaltatore, né alcuna variazione di prezzi, fermi restando gli obblighi di cui al primo capoverso.

Le provviste non accettate dalla Direzione dei lavori, in quanto ad insindacabile giudizio non riconosciute idonee, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere, a cura e spese dell'Appaltatore, e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. Lo stesso resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Amministrazione si riserva in sede di collaudo finale.

#### **Materiali e prodotti per uso strutturale**

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette al **D.M. 17 gennaio 2018**, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- certificati mediante la documentazione di attestazione che preveda prove sperimentali per misurarne le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, effettuate da un ente terzo indipendente ovvero, ove previsto, autocertificate dal produttore secondo procedure stabilite dalle specifiche tecniche europee richiamate nel presente documento;
- accettati dalla Direzione dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere della Direzione dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, la Direzione dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati di cui all'allegato V del Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011;
- b) laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i.;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

## **Materiali e prodotti pericolosi**

Ai sensi del D.Lgs. 2 febbraio 2002, n. 25, che richiama il precedente D.Lgs. 3 febbraio 1997, n. 52, e s.m.i. sulla salute e sicurezza dei lavoratori, i materiali ed i prodotti pericolosi (pitture, vernici, impregnanti, malte particolari, ecc.) dovranno essere corredati, da parte del produttore, di apposita "*Scheda informativa di sicurezza*".

## **Scorporo dall'appalto**

L'Amministrazione si riserva la facoltà di scorporare dall'appalto determinati materiali e forniture, senza che per questo l'Appaltatore possa avanzare richieste di speciali compensi, sotto qualunque titolo.

### **1.1 Acqua**

L'acqua dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

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

### **1.2 Calci**

Le calce aeree ed idrauliche dovranno possedere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalle norme vigenti (R.D. 16 novembre 1939, n. 2231, e s.m.i.) per quanto non incompatibile con la parte armonizzata delle seguenti norme europee recepite dall'UNI:

**UNI EN 459-1** - Calce da costruzione. Definizioni, specifiche e criteri di conformità.

**UNI EN 459-2** - Calce da costruzione. Metodi di prova.

### **Calce viva<sup>1</sup>**

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita e perciò si dovrà provvederla in rapporto al bisogno e conservarla in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

### **Calce idrata in polvere<sup>2</sup>**

Dovrà essere confezionata in idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti. Gli imballaggi dovranno portare ben visibili: l'indicazione del produttore, il peso del prodotto e la specifica se trattasi di fiore di calce o calce idrata da costruzione.

## **Marcatura ed etichettatura**

Le calce da impiegarsi per la preparazione di malte per murature, intonaci esterni ed interni e per la produzione di altri prodotti dovranno essere marcate CE. Il sistema di attestazione della conformità sarà del tipo "2". Il simbolo di marcatura CE (da figurare sulla confezione o sui documenti di accompagnamento) dovrà essere accompagnato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di conformità CE o certificato di controllo di produzione di fabbrica (se necessario); riferimento alla norma UNI EN 459-1; descrizione del prodotto e dell'impiego previsto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti elencate nel prospetto ZA.1 della norma.

---

<sup>1</sup> Per le definizioni v. il punto 3 della UNI EN 459-1. La calce viva è ottenuta per calcinazione di rocce calcaree e/o dolomitiche. Essa include la calce calcica e la calce dolomitica.

<sup>2</sup> La calce idrata (S) è una calce aerea, calcica o dolomitica, ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva. La calce spenta potrà essere richiesta in forma di polvere secca, di grassello o di liquido (latte di calce).

### 1.3 Leganti idraulici

Le **calci idrauliche**, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno avere le caratteristiche ed i requisiti prescritti dalla Legge 26 maggio 1965, n. 595, e dai DD.MM. 3 giugno 1968 e 31 agosto 1972 aventi rispettivamente per oggetto: "*Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici*", "*Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi*", "*Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche*", con le modifiche e gli aggiornamenti di cui ai DD.MM. 20 novembre 1984 e 13 settembre 1993.

Per quanto riguarda i **cementi**, fatto salvo quanto previsto dal D.M. 3 giugno 1968 e dal D.M. 20 novembre 1984 per i cementi alluminosi e per i cementi per sbarramenti di ritenuta, la composizione, le specificazioni ed i criteri di conformità saranno quelli previsti dalle norme UNI EN sotto riportate, alle quali fa peraltro riferimento il D.M. 17 Gennaio 2018 che ha emanato le nuove "*Norme Tecniche per le costruzioni*":

**UNI EN 197-1** - Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per i cementi comuni.

**UNI EN 197-2** - Cemento. Valutazione della conformità.

La fornitura dei leganti idraulici dovrà avvenire in sacchi sigillati, ovvero in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola o ancora alla rinfusa.

Dovranno comunque essere chiaramente riportate, a mezzo stampa nei primi due casi e con documenti di accompagnamento nell'ultimo, le informazioni previste dall'Appendice ZA.4 della norma UNI EN 197-1 ed in particolare: il marchio CE; il numero di identificazione dell'organismo di certificazione; il nome o marchio identificativo del produttore; la sede legale; il nome o marchio identificativo della fabbrica; le ultime due cifre dell'anno di marcatura; il numero del certificato di conformità CE; la norma di riferimento e la denominazione normalizzata (esempio: CEM I 42,5 R).

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà risultare dal *Giornale dei lavori*. La conservazione dei materiali dovrà essere effettuata in locali asciutti, approntati a cura dell'Appaltatore, e su tavolati in legname; più idoneamente lo stoccaggio sarà effettuato in adeguati "silos".

### 1.4 Additivi

#### Additivi per calcestruzzi

Materiale aggiunto durante il procedimento di miscelazione del calcestruzzo, in quantità non maggiore del 5% in massa del contenuto di cemento del calcestruzzo, dovrà essere conforme alla parte armonizzata della seguente norma:

**UNI EN 934-2** - Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Additivi per calcestruzzo. Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

La designazione degli additivi dovrà riportare: il nome e il tipo di additivo; il riferimento alla norma; il codice per identificare il tipo di additivo (numero del prospetto della norma che riporta i requisiti prestazionali, es. UNI EN 934-2:T3.1/3.2). La marcatura CE dovrà essere accompagnata dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'ente autorizzato; nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore; ultime due cifre dell'anno di marcatura; numero del certificato di controllo di produzione in fabbrica; descrizione del prodotto; informazioni sulle caratteristiche pertinenti essenziali di cui al prospetto ZA.1 della norma.

#### Additivi per malte

Gli additivi per malte per opere murarie dovranno essere conformi alla parte armonizzata della norma UNI EN 934-3. Per la designazione e la marcatura CE si richiama quanto indicato per i calcestruzzi.

### 1.5 Materiali naturali, di cava e artificiali

#### 1.5.1 Aggregati per malte

##### Generalità

Saranno ritenuti idonei alla produzione di malte gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, se non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo), conformi

alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13139 (Aggregati per malta), e aggregati conformi alla norma UNI EN 12620 qualora la certificazione riporti le stesse prove indicate dalla UNI EN 13139.

Gli aggregati dovranno essere assolutamente scevri di materie terrose ed organiche, essere preferibilmente di qualità silicea (in subordine quarzosa, granitica o calcarea), di grana omogenea, stridenti al tatto e dovranno provenire, se naturali, da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Ove necessario saranno lavati con acqua dolce per l'eliminazione delle eventuali materie nocive.

## **Granulometria**

La granulometria degli aggregati, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1.

Gli aggregati per malte da muratura (sabbie) saranno in genere costituiti da grani di dimensioni tali da passare attraverso lo staccio 2 UNI EN 933-2; quelli per intonaci, stuccature, murature da paramento ed in pietra da taglio da grani passanti allo staccio 0,5 UNI EN 933-2.

Il contenuto dei fini, da determinarsi in conformità della UNI EN 933-1. La granulometria dei filler, da determinarsi in conformità della UNI-EN 933-10.

## **Requisiti fisici e chimici**

I requisiti fisici e chimici degli aggregati saranno conformi alle prescrizioni di progetto e verranno stabiliti con le modalità di cui ai punti 6 e 7 della norma.

## **Designazione e descrizione**

Gli aggregati per malta ed i filler devono essere designati come di seguito: a) provenienza (nome della cava e del punto di estrazione; b) tipo di aggregato (indicazione petrografica o nome commerciale); c) numero della norma; d) dimensione nominale.

## **Marcatura ed etichettatura – Marcatura CE**

Ogni consegna di aggregati dovrà essere accompagnata da una bolla numerata, emessa da o per conto del produttore, nella quale sia dichiarato: a) provenienza; b) regione/luogo di produzione; c) data di consegna; d) designazione; e) se richiesto, massa volumica dei granuli e contenuto massimo di cloruro; marcatura CE se necessario.

Il simbolo di marcatura CE, deve figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e deve essere accompagnato dalle seguenti informazioni:

- numero di identificazione dell'ente di certificazione (solo per i prodotti sotto il sistema 2+);
- nome o marchio identificativo e indirizzo registrato del produttore;
- ultime due cifre dell'anno di affissione della marcatura CE; numero del certificato del controllo di produzione di fabbrica (solo per i prodotti sotto sistema 2+); riferimento alla UNI EN 13139;
- descrizione ed impiego previsto del prodotto;
- informazioni sulle caratteristiche essenziali, elencate nel prospetto ZA.1a o nel prospetto ZA.1b.

## **Sistema di attestazione di conformità**

I sistemi di attestazione di conformità per gli aggregati e filler per malte saranno, conformemente ai prospetti ZA 2A e ZA 2b della norma UNI EN 13139, del tipo "2+" per materiali ove siano richiesti alti requisiti di affidabilità della produzione a garanzia della fornitura e del tipo "4" ove tali requisiti non siano richiesti.

### **1.5.2 Aggregati per calcestruzzo**

Saranno ritenuti idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali o artificiali (con esclusione, ove non diversamente consentito, di materiali provenienti da processi di riciclo) rispondenti alle prescrizioni di cui al paragrafo 11.2.9.2 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" e conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620 (Aggregati per calcestruzzo)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Per gli aggregati leggeri per malte e calcestruzzi sarà fatto riferimento alle norme UNI EN 13055.

I materiali naturali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, provenienti da rocce compatte, resistenti, non gessose o marnose, né gelive. Tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, sfaldati o sfaldabili e quelle rivestite da incrostazioni.

I pietrischi e le graniglie dovranno provenire dalla frantumazione di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o di calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione ed al gelo. Saranno a spigolo vivo, scevri di materie terrose, sabbia e comunque materie eterogenee ed organiche.

La dimensione massima degli aggregati sarà indicata dal progetto o dalla Direzione dei lavori in base alla resistenza, alla destinazione dei getti ed alle modalità di posa in opera dei calcestruzzi. In ogni caso la dimensione massima degli elementi, per le strutture armate, non dovrà superare il 60% dell'interferro e, per le strutture in generale, il 25% della minima dimensione strutturale. Sarà assolutamente vietato l'impiego di sabbia marina.

## **Granulometria**

La granulometria dell'aggregato, determinata in conformità alla UNI EN 933-1, dovrà soddisfare i requisiti di cui al punto 4.3 della UNI EN 12620 della quale si riporta, in parte<sup>4</sup>, il Prospetto 2. Le dimensioni di un aggregato<sup>5</sup> sono specificate da una coppia di stacci di cui al Prospetto 1 della norma scelti tra le tre serie previste (e separate), con la notazione che tali dimensioni devono avere  $D/d \geq 1.4$ .

## **Forma dell'aggregato (a.g.)**

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di indice di appiattimento (come specificato dalla UNI EN 933-3) e di indice di forma (come specificato dalla UNI EN 934-4) e riferite alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai Prospetti 8 e 9 della UNI EN 12620.

## **Resistenza alla frantumazione (a.g.)**

La resistenza alla frantumazione dell'aggregato grosso sarà specificata con riferimento al coefficiente "Los Angeles" (categoria "LA") ed al valore d'urto (categoria "SZ") di cui ai Prospetti 12 e 13 della norma superiormente citata, con metodo di prova secondo UNI EN 1097-2.

## **Resistenza all'usura (a.g.)**

Ove richiesta, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente micro-Deval MDE) sarà determinata in conformità alla UNI EN 1097-1 e specificata con riferimento al Prospetto 14 della UNI EN 12620.

## **Resistenza alla levigabilità e all'abrasione (a.g.)**

Ove richiesta (per calcestruzzi destinati a strati di usura nelle pavimentazioni stradali), la resistenza alla levigabilità (valore di levigabilità "VL") ed all'abrasione (valore dell'abrasione "AAV") dell'aggregato grosso sarà determinata secondo UNI EN 1097-8 e riferita ai Prospetti 15 e 16 della UNI EN 12620.

## **Riferimento a norme UNI**

Al fine di individuare i limiti di accettazione delle caratteristiche tecniche degli aggregati sarà fatto riferimento alle norme sotto riportate delle quali, nella Tab. 8, si riporta una sintesi<sup>6 7</sup>.

<sup>4</sup> Il Prospetto 2 della UNI EN 12620 va letto unitamente alle ulteriori notazioni riportate nello stesso prospetto ed al punto 4.3 della norma.

<sup>5</sup> La Designazione granulometrica o classe di un aggregato, fine (a.f.) o grosso (a.g.) che sia (con esclusione del filler), viene individuata dal rapporto di due numeri d/D di cui uno minore "d" ed uno maggiore "D" corrispondenti alle dimensioni dei vagli estremi che interessano l'aggregato. Essi verificano la condizione, superiormente riportata, che  $D/d$  deve essere non inferiore a 1,4.

<sup>6</sup> Le UNI 8520 individuano tre categorie di qualità degli aggregati per calcestruzzi (A, B, C) di cui la prima (A) per calcestruzzi di classe non inferiore a  $30 \text{ N/mm}^2$ , la seconda (B) per calcestruzzi di classe fino a  $30 \text{ N/mm}^2$  e la terza (C) per calcestruzzi di classe non superiore a  $15 \text{ N/mm}^2$ .

<sup>7</sup> V. il punto 4.3 della UNI 11104.

TAB. 8 - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Requisiti e limiti di accettazione secondo UNI 8520-2

Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520	Caratteristica	CATEGORIA		Metodo di prova UNI 8520
	A	B			A	B	
	Valori limite				Valori limite		
Esame petrografico	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa. Miche e scisti xilini come minerali accessori $\leq 1\%$	Accettata silice amorfa solo come impurità. Miche e scisti xilini come minerali accessori: $\leq 2\%$	Parte 4 <sup>a</sup>	Resistenza a compressione	$R \geq 100 \text{ N/mm}^2$	$R \geq 80 \text{ N/mm}^2$	Parte 17 <sup>a</sup>
Contenuto di solfati		$\text{SO}_3 \leq 0,20\%$	Parte 11 <sup>a</sup>	Coefficienti di forma e di appiattimento	$C_1 \geq 0,15 (D_{max} = 32 \text{ mm})$ $C_2 \geq 0,12 (D_{max} = 64 \text{ mm})$	–	Parte 18 <sup>a</sup>
Contenuto di cloruri solubili	$\text{Cl}^- \leq 0,05\%$	$\text{Cl}^- \leq 0,10\%$	Parte 12 <sup>a</sup>	Perdita di massa per urto e rotolamento	$LA \leq 30\%$ coefficiente di abrasione "Los Angeles".	$LA \leq 40\%$	Parte 19 <sup>a</sup>
Massa volumica e assorbimento superficiale	$MV \geq 2400 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 5\%$ per calcestruzzi impermeabili	$MV \geq 2200 \text{ kg/m}^3$ Ass. $\leq 10\%$	Parte 13 <sup>a</sup> e 16 <sup>a</sup>	Resistenza ai cicli di gelo e disgelo	$\Delta LA \leq 4\%$ dopo 20 cicli.	–	Parte 20 <sup>a</sup>
Equivalente in sabbia e valore di blu	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini	$70 \leq ES \leq 80$ $VB \leq 1,0 \text{ cm}^3/\text{g}$ di fini.	Parte 15 <sup>a</sup>	Potenziale reattività in presenza di alcali	Espansione dei prismi di malta $\leq 0,06\%$ a 3 mesi $\leq 0,10\%$ a 6 mesi		Parte 22 <sup>a</sup>

**UNI 8520-1** - Aggregati per confezione di calcestruzzi. Definizioni, classificazione e caratteristiche.  
**UNI 8520-2** - Idem. Limiti di accettazione.

### Designazione, marcatura ed etichettatura

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620.

### Marcatura ed etichettatura CE

Per la marcatura CE e l'etichettatura v. quanto riportato nell'Appendice ZA.3 della norma UNI EN 12620. Il simbolo di marcatura CE dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento (es. bolla di consegna) e dovrà essere accompagnato da informazioni del tipo di quelle riportate al Sistema di attestazione di conformità precedente.

### Sistema di attestazione

Il sistema di attestazione degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/93, seguirà le indicazioni riportate nella seguente tabella:

TAB. 10 - Aggregati per calcestruzzi. Sistema di attestazione della conformità

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità (79)
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620-13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

### 1.5.3 Aggregati per sovrastrutture stradali.

#### Generalità

Quando per gli strati di fondazione o di base della sovrastruttura stradale sia disposto di impiegare detriti di cava o di frantoio o altro materiale, questo dovrà essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, né plasticizzabile), nonché privo di radici e di sostanze organiche.

La granulometria del materiale, qualora diversa dalle prescrizioni del presente Capitolo, sarà indicata dalla Direzione dei lavori o dall'Elenco prezzi.

Per l'accettazione del materiale dovrà farsi riferimento ai "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" di cui alle Norme C.N.R. 139/1992 e s.m.i ed in ogni caso, specie per le prescrizioni più restrittive, alle seguenti norme di unificazione.

**UNI EN 13242** - Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade.

**UNI EN 13285** - Miscele non legate. Specifiche.

**UNI EN 13043** - Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico.

## **1.5.4 Aggregati per sovrastrutture stradali - Aggregati per materiali non legati o legati con leganti idraulici (UNI EN 13242).**

### **Granulometria**

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregati dovranno essere specificate utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma e separate da un rapporto tra la relativa dimensione della staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4.

I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati grossi, fini ed in frazione unica, dovranno essere conformi ai requisiti riportati al punto 4.3 della norma.

### **Forma dell'aggregato grosso**

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di coefficiente di appiattimento (come specificato nella EN 933-3) e di coefficiente di forma (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai prospetti 5 e 6 della UNI EN 13242.

### **Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso**

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di coefficiente Los Angeles come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 9 della UNI EN 13242.

### **Resistenza all'usura dell'aggregato grosso**

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 11 della norma.

### **Requisiti di durabilità**

Per la resistenza al Sonnenbrand e al gelo-disgelo sarà fatto riferimento al punto 7 della norma. Se richiesto, il valore di assorbimento di acqua sotto forma di prova di screening dovrà essere determinato secondo EN 1097-6, punto 7, o appendice B; in questo caso se l'assorbimento di acqua non è maggiore al massimo di un valore dello 0,5%, si dovrà presumere che l'aggregato sia resistente al gelo-disgelo (v. prospetto 17 UNI EN 132). Se la resistenza al gelo-disgelo sarà determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, essa sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (F) o (MS – categoria per l'integrità massima del solfato di magnesio) di cui ai prospetti 18 e 19 della norma (v. peraltro l'appendice B).

### **Designazione, marcatura ed etichettatura. Marcatura CE**

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620

Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.3 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

## Sistema di attestazione

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

### 1.5.5 Aggregati per fondi e sottofondi stradali – miscele non legate

Ove particolarmente previsto in Elenco od ove prescritto dalla Direzione dei lavori le miscele in argomento dovranno possedere i requisiti di cui al punto 4 della norma UNI EN 13285, e inoltre, quando richiesto, le proprietà conformi alla norma UNI EN 13242.

### Designazione della miscela

Le miscele definite dalla norma UNI EN 13285 dovranno essere designate e selezionate da uno dei tipi di cui alla Tab. 13 di seguito riportata (d = 0):

TAB. 13 - Miscele non legate per fondi e sottofondi stradali. Designazione normalizzata

0/8	0/10	0/11,2	0/12,5	0/14	0/16	0/20
0/22,4	0/31,5	0/40	0/45	0/56	0/63	0/80

### Curva granulometrica generale

Con riferimento agli stacci di classificazione di cui alla Tab. 14, la percentuale in massa (determinata secondo UNI EN 933-1) del passante lo staccio A, lo staccio B, lo staccio C, lo staccio E, lo staccio F, e lo staccio G, dovrà rientrare nel campo granulometrico generale corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15. Inoltre, per le categorie GA, GB, GC, GO e GP il valore medio calcolato a partire da tutte le granulometrie dovrà rientrare nel campo granulometrico del valore dichiarato dal fornitore corrispondente alla categoria selezionata dalla Tab. 15.

### Designazione e descrizione

La designazione delle miscele dovrà includere almeno le seguenti informazioni: riferimento alla norma; provenienza; classe granulometrica – valore della dimensione dello staccio maggiore (D); tipo (i) di aggregato utilizzato (i) nella miscela.

TAB. 14 - Miscele non legate. Stacci per la classificazione granulometrica

Designazione della miscela	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staggio G
0/8	4	2	–	1	0,5	–
0/10	4	2	–	1	0,5	–
0/11,2	5,6	4	2	1	0,5	–
0/12,5	6,3	4	2	1	0,5	–
0/14	8	4	2	1	0,5	–
0/16	8	4	2	1	0,5	–
0/20	10	4	2	1	0,5	–
0/22,4	11,2	5,6	2	1	0,5	–
0/31,5	16	8	4	2	1	0,5
0/40	20	10	4	2	1	0,5
0/45	22,4	11,2	5,6	2	1	0,5
0/56	31,5	16	8	4	2	1
0/63	31,5	16	8	4	2	1
0/80	40	20	10	4	2	1

TAB. 15 - Miscela non legate. Classificazione granulometrica generale. Categorie

Campo granulometrico	Percentuale in massa del passante						Categoria G
	Staccio A	Staccio B	Staccio C	Staccio E	Staccio F	Staccio G	
<b>Miscela classificate normali</b>							
Generale	da 55 a 85	da 35 a 65	da 22 a 50	da 15 a 40	da 10 a 35	da 0 a 20	G <sub>A</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 57	da 30 a 42	da 22 a 33	da 15 a 30	da 5 a 15	
Generale	da 55 a 85	da 35 a 68	da 22 a 60	da 16 a 47	da 9 a 40	da 5 a 35	G <sub>B</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 63 a 77	da 43 a 60	da 30 a 52	da 23 a 40	da 14 a 35	da 10 a 30	
Generale	da 50 a 90	da 30 a 75	da 20 a 60	da 13 a 45	da 8 a 35	da 5 a 25	G <sub>C</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 61 a 79	da 41 a 64	da 31 a 49	da 22 a 36	da 13 a 30	da 10 a 20	
<b>Miscela classificate aperte</b>							
Generale	da 50 a 78	da 31 a 60	da 18 a 46	da 10 a 35	da 6 a 26	da 0 a 20	G <sub>O</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 58 a 70	da 39 a 51	da 26 a 38	da 17 a 28	da 11 a 21	da 5 a 15	
Generale	da 43 a 81	da 23 a 66	da 12 a 53	da 6 a 42	da 3 a 32	Nessun requisito	G <sub>P</sub>
Valore dichiarato dal fornitore (S)	da 54 a 72	da 33 a 52	da 21 a 38	da 14 a 27	da 9 a 20		

### 1.5.6 Aggregati per sovrastrutture stradali – Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali

Dovranno rispondere sia per l'aggregato grosso<sup>8</sup> che per l'aggregato fine (1) ed il filler (1) ai requisiti riportati nella norma UNI EN 13043.

#### Granulometria

Tutti gli aggregati dovranno essere descritti in termini di dimensioni dell'aggregato tramite la designazione d/D e dovranno soddisfare i requisiti granulometrici più avanti specificati. Le dimensioni dell'aggregato dovranno essere espresse utilizzando le dimensioni nominali indicate nel prospetto 1 della norma e separate da un rapporto tra la relativa dimensione dello staccio superiore "D" e quella dello staccio inferiore "d" non minore di 1,4. I requisiti generali di granulometria, per gli aggregati grossi, fini ed in frazione unica dovranno essere conformi a quelli riportati al punto 4.1.3 della norma.

#### Forma dell'aggregato grosso

La forma dell'aggregato grosso sarà determinata in termini di coefficiente di appiattimento (come specificato nella EN 933-3) e di coefficiente di forma (come specificato nella EN 933-4) e riferita alle rispettive categorie "FI" e "SI" di cui ai prospetti 7 e 8 della UNI EN 13043.

#### Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso

La resistenza alla frammentazione dovrà essere determinata in termini di coefficiente Los Angeles come specificato nella norma EN 1097-2; detto coefficiente dovrà essere dichiarato in conformità alla categoria pertinente (LA) specificata nel prospetto 11 della UNI EN 13043. Dove richiesto, il valore d'urto, determinato secondo EN 1097-2, punto 6, sarà dichiarato in conformità alla categoria pertinente (SZ) specificata nel prospetto 12 della norma.

#### Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali – Abrasione superficiale

Ove richiesto, la resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso per manti superficiali (valore di levigabilità – PSV) sarà determinata secondo EN 1097-8. Detto resistenza dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria di cui al prospetto 13 della norma. La resistenza all'abrasione superficiale dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria (AAV) specificata nel prospetto 14 della norma.

#### Resistenza all'usura dell'aggregato grosso

<sup>8</sup> Aggregato grosso: designazione attribuita alle dimensioni più grandi dell'aggregato con  $D \leq 45$  mm e con  $d \geq 2$  mm. Aggregato fine: Designazione attribuita alle dimensioni più piccole dell'aggregato con  $D \geq 2$  mm e contenente particelle che sono in maggior parte trattenute su uno staccio di 0,063 mm. Fini: frazione granulometrica di un aggregato passante per lo staccio di 0,063 mm. Aggregato filler: aggregato, la maggior parte del quale passa per lo staccio di 0,063 mm, che può essere aggiunto ai materiali di costruzione per il conferimento di determinate proprietà.

Se richiesto, la resistenza all'usura dell'aggregato grosso (coefficiente di usura micro-Deval, MDE), determinato secondo EN 1097-1, sarà dichiarata in conformità alla categoria pertinente (MDE) specificata nel prospetto 15 della norma UNI EN 13043.

## **Durabilità**

Per la durabilità, verrà preso in considerazione il valore di assorbimento di acqua come prova di selezione per la resistenza al gelo/disgelo. Tale valore sarà determinato con i procedimenti della EN 1097-2, punto 7, o della EN 1097-6, appendice B<sup>9</sup>.

## **Resistenza al gelo/disgelo**

Ove richiesto, la resistenza al gelo/disgelo, determinata secondo EN 1367-1 o EN 1367-2, dovrà essere dichiarata in conformità alla relativa categoria specificata nel prospetto 19 (F) o del prospetto 20 (MS) della norma.

## **Sonnenbrand del basalto**

Ove siano rilevabili segni di "Sonnenbrand", la perdita di massa e la resistenza alla frammentazione dovranno essere determinate in conformità alla EN 1367-3 ed alla EN 1097-2. Per le categorie dei valori massimi di resistenza al "Sonnenbrand" (SB) si farà riferimento al prospetto 21 della norma.

## **Requisiti per l'aggregato filler**

Per tali requisiti (geometrici, fisici, chimici, di uniformità produttiva) sarà fatto riferimento al punto 5 della norma UNI EN 13043.

## **Designazione, marcatura ed etichettatura – Marcatura CE**

Per quanto riguarda la designazione, gli aggregati dovranno essere indicati come di seguito:

- Origine, produttore ed eventuale deposito;
- Tipo (v. UNI EN 932-3) e dimensione dell'aggregato.

Per quanto riguarda la marcatura e l'etichettatura, la bolla di consegna dovrà contenere le seguenti informazioni:

- Designazione e data di spedizione;
- Numero di serie della bolla e il riferimento alla norma UNI EN 12620

Per la marcatura CE, v. quanto riportato nell'Appendice ZA, punto ZA.7 e punto ZA.8 della norma. Il simbolo di marcatura dovrà figurare sull'etichetta o sulla confezione o sui documenti di accompagnamento e dovrà essere integrato dalle seguenti informazioni: numero di identificazione dell'Organismo di certificazione (solo per i prodotti sotto sistema "2+"); nome e marchio identificativo ed indirizzo registrato del produttore; le ultime due cifre dell'anno in cui si applica la marcatura; numero del certificato di controllo della produzione in fabbrica (solo per il sistema "2+"); riferimento alla norma; informazioni sui requisiti essenziali rilevanti elencati nel prospetto ZA.1.

## **Sistemi di attestazione**

Con riferimento al punto ZA.2 della norma, il sistema di attestazione degli aggregati sarà del tipo "2+" per attestati destinati ad impieghi con alti requisiti di sicurezza (dove sia richiesto l'intervento di terzi); per impieghi senza altri requisiti di sicurezza sarà del tipo "4".

### **1.6 Manufatti lapidei stradali**

I manufatti lapidei stradali potranno essere costituiti da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, trachini, basalti, ecc., in rapporto alle prescrizioni, e dovranno essere conformi agli esecutivi di progetto ed alle descrizioni di elenco prezzi. Per gli stessi si richiama la seguente normativa:

---

<sup>9</sup> Se l'assorbimento d'acqua, determinato con il primo metodo, non è maggiore del valore selezionato con una delle categorie specificate nel prospetto 17 della norma, o se determinato con il secondo metodo non è maggiore di 0,5, l'aggregato dovrà essere considerato resistente al gelo/disgelo.

**UNI EN 1341** - Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

**UNI EN 1343** - Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne. Requisiti e metodi di prova.

I manufatti dovranno avere carichi di rottura, in rapporto alle condizioni di impiego, non inferiori a quelli riportati nella Tab. 19. Tali carichi determineranno le *classi* di rottura.

**TAB. 19 - Lastre e cordoli di pietra naturale. Classi di resistenza a flessione**

Classe	Carico di rottura (min) kN	Uso tipico
0	Nessun requisito	Decorazione
1	0,75	Lastre posate su malta, solo per aree pedonali
2	3,5	Aree pedonali e piste ciclabili. Giardini e balconate
3	6,0	Accesso occasionale di automobili, veicoli e motocicli Entrate di autorimesse
4	9,0	Aree pedonali, mercati occasionali utilizzati da veicoli per le consegne e veicoli di emergenza
5	14,0	Aree pedonali spesso utilizzate da autoveicoli pesanti
6	25,0	Vie e strade, stazioni di rifornimento

I materiali dovranno essere imballati in modo da evitare qualunque danneggiamento da trasporto; sull'imballaggio o sulla bolla di consegna dovranno essere indicati: il nome petrografico e quello commerciale della pietra; il nome e l'indirizzo del fornitore; il nome e l'ubicazione della cava; il valore dichiarato delle classi di designazione della marcatura; il riferimento alla norma.

I materiali inoltre dovranno essere marcati CE con sistema di attestazione della conformità di tipo 4. Con la marcatura CE dovranno essere fornite ancora le informazioni seguenti: forza di rottura; scivolosità (se pertinente); resistente allo slittamento (se pertinente); durabilità; trattamento chimico superficiale (se appropriato).

### **Lastre di pietra naturale<sup>10</sup>**

Le prove per l'accertamento dei requisiti chimico-fisici e meccanici saranno effettuate in conformità alle norme UNI EN 1341:2003 "lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne – requisiti e metodo di prova".

Avranno tolleranza in classe 2 nella dimensione del piano (designazione di marcatura P2) e sullo spessore (designazione T2) come da prospetti della norma<sup>11</sup>, resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) in classe 1. Saranno inoltre dichiarati dal produttore, ove richiesto: l'assorbimento di acqua (secondo EN 13755), l'eventuale trattamento superficiale chimico, la resistenza alla flessione, all'abrasione ed allo scivolamento.

Per la descrizione petrografica si farà riferimento alla EN 12407.

### **Cordoli di pietra naturale**

Avranno finitura superficiale come da progetto (tipi: fine, levigata, rustica, martellinata, meccanica a spacco, ecc.)<sup>12</sup> e tolleranza in classe 2 (v. prospetto 1 della norma). La resistenza al gelo/disgelo (se richiesta) sarà in classe 1 (marcatura F1) secondo EN 12371. La lunghezza minima dei cordoli curvi, misurata sulla faccia esterna, dovrà essere pari a 500 mm; la sezione trasversale di combaciamento dovrà essere perfettamente radiale.

## **1.7 Elementi artificiali di laterizio e calcestruzzo per murature**

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

Quando impiegati nella costruzione di murature portanti, essi debbono rispondere alle prescrizioni contenute nel **D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"**, nelle relative circolari esplicative e norme vigenti.

Nel caso di murature non portanti le suddette prescrizioni possono costituire utile riferimento, insieme a quelle della norma **UNI EN 771**.

<sup>10</sup> Per "lastra" deve intendersi qualsiasi unità di pietra naturale da pavimentazione nella quale la larghezza nominale sia superiore a 150 mm e, in generale, al doppio dello spessore.

<sup>11</sup> Tolleranza nella dimensione del piano  $\pm 2$  mm (bordi segati  $\leq 700$  mm);  $\pm 3$  mm (bordi segati  $> 700$  mm);  $\pm 10$  mm (bordi a spacco).

<sup>12</sup> Finiture superficiali: fine: trattamento della superficie che consente di ottenere una differenza massima di 0,5 mm tra picchi e depressioni (es. lucidatura, levigatura e taglio a piano di segna o disco); rustica: idem con una differenza maggiore di 2 mm tra picchi e depressioni (es. martellinatura, lavorazione meccanica, sabbiatura o fiammatura)

Gli elementi resistenti di laterizio e di calcestruzzo possono contenere forature rispondenti alle prescrizioni del succitato D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La resistenza meccanica degli elementi deve essere dimostrata attraverso certificazioni contenenti risultati delle prove e condotte da laboratori ufficiali negli stabilimenti di produzione, con le modalità previste nel D.M. di cui sopra.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

E' facoltà della Direzione dei Lavori richiedere un controllo di accettazione, avente lo scopo di accertare se gli elementi da mettere in opera abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

## 1.8 Prodotti di acciaio

Per i materiali ferrosi dovranno comunque essere rispettate le vigenti norme emanate dall'UNI o recepite da norme armonizzate sotto le sigle di UNI EN o UNI EN ISO. Gli acciai in particolare, ove destinati ad impieghi strutturali, dovranno soddisfare i requisiti previsti dal cap.11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17 Gennaio 2018<sup>13</sup> <sup>14</sup>.

Per la designazione e la classificazione si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 10020** - Definizione e classificazione dell'acciaio

**UNI EN 10021** - Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio ed i prodotti siderurgici.

**UNI EN 10027/1** - Sistemi di designazione degli acciai. Designazione alfanumerica. Simboli principali.

**UNI EN 10027/2** - Idem. Designazione numerica.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie **UNI EN 10025** (per i laminati), **UNI EN 10210** (per i tubi senza saldatura) e **UNI EN 10219-1** (per i tubi saldati), e già recanti la Marcatura CE secondo norma UNI EN 1090-1.

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il **costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834** (parte 2 e 4).

Tutte le forniture di acciaio per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine. Ogni prodotto qualificato dovrà essere dotato di marcatura indelebile, depositata presso il Servizio Tecnico di cui sopra, dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento al produttore, allo stabilimento, al tipo di acciaio e alla eventuale saldabilità<sup>15</sup>.

Tutte le forniture di acciaio destinato ad impieghi strutturali dovranno essere accompagnate dall'**attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale** con riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copie dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.

In particolare, **ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata da:**

- *dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;*

- *attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi.*

---

<sup>13</sup> Come acciai si definiscono i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separa dalle ghise definite dalla UNI 7856

<sup>14</sup> Tutti gli acciai dovranno essere prodotti con un sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento che assicuri il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione

<sup>15</sup> Il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura dovrà essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto e alla data di produzione. Qualora presso gli utilizzatori o commercianti l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte o tutto perda l'originale marcatura, sarà responsabilità degli utilizzatori o commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il S.T.C. Nel caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere dovranno essere accompagnati da detta documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei lavori.

Il Direttore dei lavori, prima della messa in opera, verificherà quanto sopra rifiutando le eventuali forniture non conformi.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni, e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

### **Forme di controllo obbligatorie**

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018 paragrafo 11) per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- *in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;*
- *nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;*
- *di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.*

A tale riguardo si definiscono:

- **lotti di produzione:** si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- **forniture:** sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- **lotti di spedizione:** sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

#### **1.8.1 Acciaio per cemento armato ordinario**

Per il cemento armato ordinario è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili del tipo ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.2.1 delle "Norme Tecniche" DM.17.01.2018 cui è fatto riferimento nelle "Generalità" e controllati con le modalità riportate dalle stesse norme.

I limiti di accettazione, con riguardo alla resistenza e all'allungamento, devono rientrare nei valori riportati nella tabella di cui al punto 11.2.10.3 delle "Norme tecniche". Ove i risultati non siano conformi, si opererà come particolarmente previsto nello stesso paragrafo.

È ammesso l'uso di acciai inossidabili o zincati, purché le caratteristiche meccaniche (ed anche fisiche e tecnologiche, per gli zincati) siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. Nel caso degli zincati, la marcatura dovrà consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura.

#### **Acciaio laminato a caldo**

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato **B450C** e caratterizzato da una tensione caratteristica di snervamento ( $f_y$  nom.) di 450 N/mm<sup>2</sup> e di rottura ( $f_t$  nom.) di 540 N/mm<sup>2</sup>, dovrà rispettare i requisiti riportati dalle "Norme Tecniche" DM.17.01.2018.

#### **Acciaio laminato a freddo**

L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo, denominato **B450A** e caratterizzato dai medesimi valori nominali dell'acciaio laminato a caldo, dovrà rispettare i requisiti riportati nella corrispondente Tab. 11.2.II delle norme tecniche.

#### **Barre e rotoli**

Tutti gli acciai per cemento armato dovranno essere, come già specificato nelle generalità, del tipo "ad aderenza migliorata". Le barre, caratterizzate dal diametro della barra tonda liscia equivalente, avranno diametro compreso tra 6 e 50mm<sup>16</sup>. Per gli acciai forniti in rotoli, il diametro massimo ammesso sarà non superiore a 16 mm.

#### **Reti e tralici elettrosaldati**

---

<sup>16</sup> Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

Dovranno essere costituiti con barre aventi diametro compreso tra 5 e 12 mm, formanti maglia con lato non superiore a 330 mm. I nodi delle reti dovranno resistere ad una forza di distacco, determinata secondo UNI EN ISO 15630-2, pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. La marcatura dovrà rientrare nella casistica di cui al punto 11.2.2.5 delle norme tecniche.

## **1.8.2 Acciaio per strutture metalliche**

Gli acciai da impiegare nelle strutture metalliche dovranno rispettare le prescrizioni contenute nel paragrafo 11.2.4 delle "Norme Tecniche" di cui al D.M. 17 Gennaio 2018, più volte richiamato, con le eventuali successive modifiche ed integrazioni. Potranno essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva europea.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090. Si richiamano inoltre le norme:

**UNI EN 10025-1**-Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

**UNI EN 10210-1**-Profili cavi finiti a caldo di acciai non legati ed a grana fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10219-1**-Profili formati a freddo di acciaio non legato ed a grana fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura.

Le superfici dei laminati dovranno essere esenti da scaglie, paglie, ripiegature, cricche ed altri difetti che ne possano pregiudicare ragionevolmente la possibilità di impiego. Sarà tollerata la presenza di lievi sporgenze o rientranze, di leggere rigature e vaiolature, purché non venga superata la tolleranza in meno prescritta sullo spessore. Valgono sull'argomento le norme UNI EN 10163-1-2-3.

### **Acciaio laminato – Prodotti piani e lunghi**

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere in uno dei tipi previsti nella norma UNI EN 10025 (1÷6) ed essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 11.2.4.8 delle "Norme tecniche" e s.m.i.

Il produttore dovrà dichiarare, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma UNI EN 10025-1. Tali caratteristiche dovranno rispettare, per i diversi tipi di acciaio di cui alle UNI EN 10025 (2÷6), i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche<sup>17</sup>.

### **Acciaio laminato – Profilati aperti**

Avranno dimensioni e tolleranze come da relative norme UNI tra cui si citano: UNI 5397 (Travi HE ad ali larghe e parallele; UNI 5398 (Travi IPE ad ali parallele); UNI 5679 (Travi IPN); UNI 5681 (Profilati a T a spigoli vivi).

### **Acciaio laminato – Profilati cavi**

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nostro laminato a caldo), dovranno appartenere ad uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche di cui alle specifiche norme riportate nella tabella che segue, nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.

## **1.8.3 Lamiere di acciaio.**

Saranno conformi, per qualità e caratteristiche, ai requisiti ed alle prescrizioni riportati nelle seguenti norme:

**UNI EN 10025-1**- Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Condizioni tecniche generali di fornitura.

**UNI EN 10029**- Lamiere di acciaio laminato a caldo, di spessore 3 mm. Tolleranze dimensionali, di forma e sulla massa.

### **Lamiere bugnate o striate**

---

<sup>17</sup> Tali caratteristiche saranno peraltro contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. 246/93.

Impiegate per la formazione di piani pedonabili o carrabili, dovranno rispondere, per dimensioni e tolleranze, alle prescrizioni delle norme UNI 4630 (lamiere bugnate) e UNI 3151 (lamiere striate). In tutti i casi saranno esenti da difetti visibili (scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) o da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) o di lavorazione (spigoli a taglio, assenza o difetti di limatura, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e/o la sicurezza e l'estetica. Il rivestimento superficiale sarà conforme alle indicazioni di progetto.

### **Lamiere grecate**

Qualunque sia il materiale di formazione (acciaio lucido zincato, preverniciato plastificato, inossidabile; alluminio naturale, smaltato; rame, ecc.) saranno ottenute tramite profilatura a freddo e tranciatura con stampo e controstampo; di conseguenza le lamiere saranno fornite, per lunghezze anche superiori a 10 m, in unico pezzo.

Le lamiere si presenteranno prive di svergolamenti, deformazioni e difetti superficiali di qualunque genere; i rivestimenti dovranno essere ben aderenti e continui, senza danni di sorta. La tolleranza sullo spessore sarà conforme alle relative norme UNI EN ed in ogni caso mai superiore al  $\pm 10\%$ . Si richiamano la EN 14782 ed il punto 11.2.4.8.1.1. delle "Norme tecniche".

### **1.8.4 Lamiere zincate e manufatti relativi.**

Fornite in fogli, rotoli o in profilati vari per lavorazione dopo zincatura, le lamiere zincate avranno come base acciaio non legato, di norma laminato a freddo. Qualità, requisiti e tolleranze saranno conformi, in rapporto ai tipi, alle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 10326** -Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

**UNI EN 10327** -Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo per formazione a freddo.

### **Condizioni tecniche di fornitura.**

La zincatura dovrà essere effettuata per immersione a caldo nello zinco allo stato fuso (450-460 °C); questo sarà di prima fusione, almeno di titolo ZN 99,5 UNI EN 1179. Con riguardo al procedimento di zincatura questo potrà essere di tipo a bagno continuo o discontinuo (più idoneamente indicato quest'ultimo per manufatti lavorati pre-zincatura). In ogni caso le lamiere sottili zincate non dovranno presentare zone prive di rivestimento, ossidazione bianca, grossi grumi di zinco, soffiature o altri difetti superficiali.

### **1.8.5 Manufatti in corten**

L'acciaio resistente alla corrosione atmosferica tipo CORTEN e simili, dovrà corrispondere alle caratteristiche meccaniche previste per il tipo SR355JR (ex Fe510) dalle vigenti norme tecniche ed inoltre essere idoneo all'impiego alla temperatura di -15° C° senza pericolo di rottura fragile. Pertanto il materiale deve avere una resistenza secondo UNI EN 10045 non inferiore 3,5 Kg.m/cq misurata a tale temperatura.

Tale tipo di acciaio dovrà essere calmato e la sua analisi chimica dovrà essere tale da determinare nei confronti della corrosione una forte resistenza che gli consenta di essere impiegato allo stato nudo senza la necessità di prevedere un rivestimento protettivo.

### **1.8.6 Prodotti grigliati elettrosaldati e/o pressati per opere stradali**

Potranno essere costituiti da pannelli per piani di calpestio e carrabili o da gradini per scale e rampe e dovranno rispondere, per requisiti, metodi di prova, campionamento e criteri di accettazione, alla normativa della serie sottoindicata:

**UNI 11002** - Pannelli e gradini di grigliato elettrosaldato e/o pressato. Terminologia, tolleranze, requisiti e metodi di prova .

### **1.9 Prodotti di ghisa**

Dovrà rispondere alle prescrizioni di cui alla norma di unificazione UNI EN 1561. La ghisa dovrà essere di seconda fusione, a grana fine, grigia, compatta, esente da bolle, scorie, gocce fredde ed altri difetti. Il materiale dei getti dovrà essere compatto e lavorabile alla lima ed allo scalpello in tutte le parti. I singoli pezzi dovranno uscire

perfetti di fusione, a superficie liscia e dovranno essere accuratamente sbavati e liberati dalla sabbia di formazione.

### 1.9.1 Griglie (caditoie) e chiusini per pozzetti stradali

Le griglie potranno avere, in rapporto alle prescrizioni, la superficie superiore sagomata ad inginocchiatoio (ossia piatta e con una leggera pendenza verso il cordolo del marciapiede), ovvero concava (secondo la sagoma della cunetta stradale), con sbarre trasversali oppure parallele alla direzione della carreggiata. La distanza delle traverse, in rapporto all'orientamento rispetto alla direzione del traffico ed alla classe, dovrà risultare conforme ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 124. In tutti i casi la luce netta delle griglie dovrà essere non inferiore a 125 cm<sup>2</sup> (per pendenza della carreggiata fino al 5%) e convenientemente superiore per maggiori pendenze. Le griglie dovranno essere rimovibili per pulizia e manutenzione. Gli eventuali cestelli<sup>18</sup> per la selezione e raccolta dei detriti solidi dovranno essere realizzati in lamiera di acciaio zincata, con fondo pieno e parete forata, uniti mediante chiodatura, saldatura, flangiatura, ecc. Saranno di facile sollevamento e poggeranno di norma su appositi risalti ricavati nelle pareti dei pozzetti.

Ogni chiusino/caditoia dovrà riportare, di fusione, il *nome e/o la sigla del fabbricante* e la *classe*, funzione quest'ultima del carico di prova in rapporto alle condizioni di esercizio di cui alla Tabella 55.

TAB. 55 - Chiusini per camerette d'ispezione. Classi (Norma UNI EN 124)

CLASSE	CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE*	CARICHI DI PROVA KN
A 15	Zone ad esclusivo uso pedonale - Zone ciclabili e/o verde.....	1,5
B 125	Zone pedonali - Marciapiedi (eccezionalmente soggetti a carichi veicolari).....	12,5
C 250	Zone di banchina - Canalette e cunette .....	25,0
D 400	Vie di circolazione (Autostrade, strade statali e provinciali).....	40,0

\* In casi eccezionali (es. aeroporti) i chiusini potranno essere richiesti con portate di 60 t (classe E 600) o 90 t (classe F 900)

### 1.10 Prodotti prefabbricati di cemento per opere stradali

I prodotti di cemento dovranno essere confezionati con conglomerato vibrocompresso o centrifugato ad alto dosaggio di cemento (del tipo prescritto), con inerti di granulometria adeguata ai manufatti e di qualità rispondente ai vigenti requisiti generali di accettabilità. Dovranno avere spessore proporzionato alle condizioni di impiego, superfici lisce e regolari, dimensioni ben calibrate, assoluta mancanza di difetti e/o danni.

#### 1.10.1 Canalette di drenaggio

Potranno essere di tipo "I" (non richiedenti ulteriore supporto) o di tipo "M" (richiedenti un supporto aggiuntivo: di norma un massetto rinfiancato). Dovranno comunque essere marcate CE e rispondere alle prescrizioni della seguente normativa:

**UNI EN 1433** -Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni. Classificazione, requisiti di progettazione e di prova. Marcatura e valutazione di conformità.

Le canalette di drenaggio saranno classificate, in conformità al loro uso previsto, in: A15, B125, C250, D400, E600 e F900; tale classifica sarà posta in correlazione alla situazione di posa in opera secondo uno dei 6 gruppi di posa previsti al punto 5 della norma<sup>19</sup>.

La marcatura dovrà riportare il riferimento alla norma, il marchio di identificazione, la classe, il tipo di prodotto (I o M), la data di produzione, il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

#### 1.10.2 Pozzetti di ispezione / raccordo

Pozzetti in calcestruzzo vibrato (vibrocompresso) e armato, di sezione quadrata (oppure rettangolare), con base d'appoggio, impronte sui quattro lati del manufatto; dovranno essere marcati con il nome del produttore e garantire la rintracciabilità del lotto di produzione.

Prodotti con cemento del tipo 42,5R ad alta resistenza ai solfati e con dosaggio di cemento e rapporto

<sup>18</sup> Ove l'organizzazione comunale non dovesse prevedere un regolare e periodico servizio di vuotatura e manutenzione, l'adozione dei cestelli selettivi non risulta opportuna.

<sup>19</sup> Gruppo I (min. classe A15): aree pedonali o ciclabili; Gruppo 2 (min. classe B 125): percorsi pedonali, parcheggi per auto private; Gruppo 3 (min. classe C250): Gruppo 4 (min. classe D400): strade rotabili, parcheggi; Gruppo 5 (min. classe E600): aree soggette a carichi su grandi ruote, darsene; Gruppo 6 (classe F900): pavimentazioni aeroportuali.

acqua/cemento idoneo all'ambiente d'esposizione secondo UNI EN 206/1, con assorbimento massimo minore del 6%.

Le stesse caratteristiche valgono per prolunghe utili al raggiungimento delle quote finali di progetto.

La struttura del pozzetto dovrà sopportare i carichi permanenti ed accidentali caratteristici del sito di impianto indicato in progetto; dovranno essere certificati in relazione a questo aspetto da parte del produttore sulla base di una documentazione tecnica a firma di tecnico abilitato.

### 1.10.3 Zanelle

Zanelle ad un petto o doppio, per il deflusso dell'acqua piovana, costituite in calcestruzzo vibrocompresso di massa volumica > 2100 kg/m<sup>3</sup>, resistente ai solfati, con resistenza a compressione minima Rck 25N/mm<sup>2</sup> e assorbimento d'acqua < 6%. Finitura superficiale liscia.

## 1.11 Tubazioni e pozzetti in materie plastiche

### 1.11.1 Tubi e raccordi di cloruro di polivinile (PVC)

Saranno fabbricati con mescolanze a base di cloruro di polivinile<sup>20</sup>, esenti da plastificanti e opportunamente stabilizzate. Saranno inoltre conformi alle prescrizioni delle seguenti norme di unificazione:

**UNI EN 1401-1** Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.

**UNI EN 1452-1** Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Generalità.

**UNI EN 1452-2** Sistemi di tubazioni di materie plastiche per adduzione di acqua. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Tubi<sup>21</sup>.

**UNI EN 1453-1** Sistemi di tubazioni di materie plastiche con tubi a parete strutturata per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i tubi ed il sistema.

**UNI EN 1456-1** Sistemi di tubazioni di materie plastiche per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra. Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U). Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.

**UNI 10968** Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazione a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1, Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

**UNI EN 1329-1** Sistemi di tubazioni in policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) per acque domestiche a bassa ed alta temperatura

### Tubi e raccordi per fognature e scarichi interrati

Saranno formati con PVC-U e idonei additivi, con contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per i tubi e all'85% per i raccordi stampati ad iniezione, il tutto conformemente alla norma UNI EN 1401-1 riportata nelle generalità. Saranno colorati in tutto il suo spessore.

I tubi dovranno essere marcati ad intervalli massimi di due metri, con riporto: il riferimento alla norma, il codice di area di applicazione, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete o SDR, il materiale, la rigidità anulare nominale (SN) ed infine l'eventuale simbolo del cristallo di ghiaccio per impiego alle basse temperature ed il marchio di fabbrica.

---

<sup>20</sup> Con la dizione "mescolanze a base di PVC" si intendono miscele a base di cloruro di polivinile con gli ingredienti necessari per una appropriata fabbricazione del prodotto e tali comunque che il manufatto risponda ai requisiti specificati dalle superiori norme e alle prescrizioni del Ministero della Sanità, se necessario.

<sup>21</sup> V. anche UNI EN 1452-3 (Raccordi); 1452-4 (Valvole ed attrezzature ausiliarie); 1452.5 (Idoneità all'impiego del sistema); 1452-6 (Guida per l'installazione). Per i tubi di PVC da impiegare nelle condotte interrate di coinvolgimento dei gas combustibili, e per i relativi raccordi, sarà fatto riferimento alle UNI 7445 e 7446.

## 1.11.2 Tubi, raccordi e valvole in polietilene

### Tubi a parete strutturata per scarichi

Dovranno rispondere alle prescrizioni della seguente norma<sup>22</sup>:

**UNI 10968-1** -Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1 – Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

### Tubi a parete strutturata per drenaggio

Tubazioni strutturate in polietilene (PEHD) in barre o rotoli a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente idoneo per drenaggi delle acque meteoriche con fessurazioni a 220° o 360°.  
Le giunzioni verranno effettuate tramite manicotto di giunzione e guarnizione.

### Tubi a parete strutturata per passaggio cavi

Tubazioni strutturate in polietilene isolante (PEHD) in barre o rotoli a doppia parete, liscia internamente e corrugata esternamente idoneo per cavidotti conforme alla norma CEI EN 50086-1-2-4, CEI 23-39, CEI 23-46 con resistenza allo schiacciamento 450 N colori rosso e blu e colore giallo conforme alla norma CEI EN 50086-1-2-4/A1, Marchio IMQ con resistenza allo schiacciamento 750 N.  
Le giunzioni verranno effettuate tramite manicotto di giunzione

## 1.11.3 Pozzetti di ispezione per caditoie in PE LDD o PEHD

Pozzetto per caditoie stradali ed acque chiare in PE LDD o PEHD quadrato (o cilindrico) con sifone ispezionabile, compreso eventuali prolunghe, dimensioni 400x400mm (oppure DN400 – DN450) altezza 500 mm, spess. min. 5 mm (colori bianco - nero). Con uscita d.125/160 mm, eventualmente predisposta entrata posteriore d.125/160mm. Possibilità innesto uscita tubazione secondo diverse angolazioni: standard, 90°R, 90°L, 45°R, 45°L. Collegamento con le tubazioni a tenuta idraulica fino a  $\pm 0,5$  Bar.

Compatibilità per impiego con chiusini/caditoie sia di classe C250 che D400.

Norma di riferimento: UNI EN 13598-1; UNI EN 13598-2 (prestazioni di prodotto delle camere di ispezione per il convogliamento dei reflui urbani costruite in Polimeri Plastici).

## 1.12 Leganti idrocarburanti e affini

### 1.12.1 Bitumi ed emulsioni bituminose per usi stradali

#### Bitumi per usi stradali

Dovranno rispettare le prescrizioni di cui alla seguente norma:

**UNI EN 12591** - Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali.

La designazione dei bitumi sarà effettuata sulla base delle classi di penetrazione a 25 °C<sup>23</sup> riportate nel prospetto 1 della norma delle quali, in Tab. 44 a, si riportano quelle di maggior uso in Italia.

Per gli usi stradali il campo di applicazione sarà definito dal 20/30 per l'asfalto colato, dal 35/50 e dal 50/70, per i conglomerati chiusi, dal 70/100 per i trattamenti a penetrazione ed i pietrischetti bitumati e dal 160/220 per i trattamenti a semipenetrazione.

Potranno venire impiegati anche bitumi modificati o bitumi sfusi rispondenti alle norme UNI EN 14023 e prEN 13924.

<sup>22</sup> In fase di coesistenza con la norma sostitutiva UNI EN 13476.

<sup>23</sup> Secondo le norme CNR, Fasc. n. 68/78 la designazione era costituita dalla lett. B seguita dall'intervallo di penetrazione che caratterizza il legante.

TAB. 44 a - Bitumi per usi stradali. Caratteristiche parziali per i bitumi di maggior uso (da App. NA della norma)

"Caratteristica"	Unità	Metodo di prova	Designazione delle classi			
			35/50	50/70	70/100	160/220
Valore della penetrazione	x 0,1 mm	EN 1426	35-50	50-70	70-100	160-220
Punto di rammollimento	°C	EN 1427	50-58	46-54	43-51	35-43
Punto di rottura Fraass, valore massimo	°C	EN 12593	-5	-8	-10	-15
Punto di infiammabilità, valore minimo	°C	EN 22592	240	230	230	220
Solubilità, valore minimo	%	EN 12592	99	99	99	99
Resistenza all'indurimento		EN 12607-1	0,5	0,5	0,8	1

## Emulsioni bituminose

Dispersioni di bitumi di petrolio in acqua ottenute con l'impiego di emulsivi (oleato di sodio ed altri saponi di acidi grassi, resinati, colle animali o vegetali) ed eventuali stabilizzanti (idrati di carbonio, colle, sostanze alluminose) per aumentare la stabilità nel tempo e al gelo, dovranno avere capacità di legare il materiale lapideo al contatto del quale si rompono e rispondere alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al Fasc. n. 3/1958 CNR diffuso con Circolare del Ministero dei LL.PP. 2 aprile 1959, n. 842<sup>24</sup>.

Le norme non si applicano alle emulsioni a reazione acida ed a quelle preparate con bitumi liquidi. La classificazione è fatta con riferimento al contenuto di bitume puro e alla velocità di rottura delle stesse secondo la Tabella 45.

TAB. 45 – Emulsioni bituminose. Classificazione

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE	EMULSIONI						
	a rapida rottura			a media velocità di rottura		a lenta rottura	
	Tipo ER 50	Tipo ER 55	Tipo ER 60	Tipo EM 55	Tipo EM 60	Tipo EL 55	Tipo EL 60
1) Composizione: — contenuto in peso di bitume puro, minimo.....%	50	55	60	55	60	55	60
— contenuto in peso di emulsivo e di stabilizzante massimo.....%	1	1	1	1	2	2,5	2,5
2) Caratteristiche fisiche — indice di rottura.....%	maggiore di 0,9			compreso tra 0,9 e 0,5		minore di 0,5	

In linea generale le emulsioni a rapida rottura dovranno essere impiegate nei trattamenti superficiali a penetrazione, quelle a media velocità di rottura negli impasti con sensibili percentuali di materiale fino, quelle a lenta velocità negli impasti con alta percentuale di materiale fino.

Nel caso di impiego di rocce "acide" idrofile, dovranno usarsi emulsioni acide, adottando nella preparazione dell'emulsione emulsivi "cationici" quali le ammine ad alto peso molecolare, come la oleilamina, la stearilamina e derivati analoghi. Tali emulsioni dovranno essere adoperate, in sostituzione delle normali basiche, nei trattamenti da eseguire a stagione inoltrata con tempo freddo e umido.

All'atto dell'impiego la Direzione dovrà accertare che nei fusti di emulsione, per cause diverse, non sia avvenuta una separazione dei componenti che non sia riemulsionabile per agitazione; in tal caso e se dopo sbattimento si presentassero ancora dei grumi, l'emulsione dovrà essere scartata.

### 1.13 Geotessili - Geogriglie

Le norme di prodotto, già armonizzate ai fini della direttiva prodotti da costruzione 89/106/CE, riguardano i requisiti per geotessili e prodotti affini in funzione della specifica destinazione d'uso (filtrazione, separazione, rinforzo o drenaggio in strade ed aree soggette a traffico, costruzioni di terra, fondazioni, strutture di sostegno, opere di controllo dell'erosione, canali, discariche per rifiuti solidi o rifiuti liquidi, ferrovie, sistemi drenanti, bacini e dighe, gallerie e strutture in sotterraneo). Le norme sono citate ufficialmente come norme armonizzate nel DPR 7 aprile 2004.

Per ciascuna destinazione d'impiego, a seconda della funzione del geotessile o prodotto affine, le norme armonizzate fanno riferimento a specifici metodi di prova:

**UNI EN ISO 9864**

Geotessili e prodotti affini - Determinazione della massa areica.

**UNI EN ISO 9863-1**

Geotessili e prodotti affini - Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli.

<sup>24</sup> V. anche il B.U. CNR, Fasc. n. 98/1984: Campionatura delle emulsioni bituminose.

<b>UNI EN ISO 13433</b>	Geosintetici - Prova di punzonamento dinamico (prova di caduta del cono)
<b>UNI EN ISO 12236</b>	Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)
<b>UNI EN ISO 10319</b>	Geotessili - Prova di trazione a banda larga.
<b>UNI EN ISO 11058</b>	Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico
<b>UNI EN ISO 12958</b>	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della capacità drenante nel piano
<b>UNI EN ISO 12956</b>	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica
<b>UNI EN ISO 10321</b>	Geotessili - Prova di trazione a banda larga per giunzioni e cuciture.
<b>UNI EN ISO 13427</b>	Geotessili e prodotti affini - Simulazione del danneggiamento dovuto ad abrasione (prova del blocco scorrevole in moto alternato)
<b>UNI EN ISO 13431</b>	Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle proprietà di viscosità a trazione (tensile creep) e comportamento a rottura (creep rupture)
<b>UNI EN ISO 10320</b>	Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito
<b>UNI EN ISO 13437</b>	Geotessili e prodotti affini - Metodo per la messa in opera ed il prelievo dei campioni nel terreno e per l'esecuzione delle prove di laboratorio sui provini
<b>UNI EN 13719</b>	Geotessili e prodotti affini - Determinazione dell'efficacia della protezione a lungo termine di geotessili in contatto con geosintetici con funzione barriera
<b>UNI EN 12224</b>	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici
<b>UNI EN 12477</b>	Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza all'idrolisi in acqua
<b>UNI EN 12225</b>	Geotessili e prodotti affini - Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interramento
<b>UNI EN 13249</b>	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi)
<b>UNI EN 13251</b>	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle costruzioni di terra, nelle fondazioni e nelle strutture di sostegno
<b>UNI EN 13252</b>	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nei sistemi drenanti
<b>UNI EN 15381</b>	Geotessili e prodotti affini - Caratteristiche richieste per l'impiego nelle pavimentazioni e nelle coperture di asfalto

### **1.13.1 Geotessile**

Il telo geotessile sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

- 1) con fibre a filo continuo mediante agugliatura meccanica;
- 2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
- 3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

### **1.13.2 Geogriglie**

La griglia sarà realizzata con fibre di poliestere ad elevato modulo, inattaccabile dagli agenti atmosferici, indeformabile, inalterabile, trattata con additivi anti raggi ultravioletti.

Il prodotto dovrà essere certificato UNI EN ISO 9001, fornito con la marchiatura dei rotoli secondo UNI EN ISO 10320 ed essere provvisto del marchio di conformità europeo CE.

### 1.13.3 Geogriglie per rinforzo pavimentazioni stradali

Geogriglia idonea per conglomerato bituminoso a caldo con resistenza min. 50KN/m nelle due direzioni per rinforzo. La rete dovrà avere una struttura a maglia quadrata di lato compreso tra 10mm e 40mm resistente alle temperature minime 300°C. Ritiro max 1% dopo 15 minuti alla temperatura di 190°C. Allungamento max. a rottura nelle due direzioni del 4%. La rete dovrà essere ricoperta con uno strato di polimeri elastomerici che permettono a lieve pressione la autoadesività.

### 1.14 Segnaletica stradale

Segnaletica stradale a norma europea EN 12899-1 CERTIFICATA "CE"; tutti i segnali devono essere conformi a quanto stabilito dal regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada emesso il 16 dic. 1992 con D.P.R. nr. 495 e D.P.R. nr. 610 del 16 set. 1996 dal Min. LL.PP, certificati e/o Autorizzati dallo stesso Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

#### 1.14.1 Segnaletica verticale

##### Generalità

I segnali dovranno riportare, sul retro, il nome del fabbricante, quello dell'Ente proprietario della strada e l'anno di fabbricazione. Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup>, secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento. Per i segnali di prescrizione, ad accettazione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, dovranno inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di prescrizione.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare, per la relativa accettazione preliminare, i campioni rappresentativi della fornitura ed inoltre, a garanzia della conformità dei campioni stessi alle norme prescritte, dichiarazioni impegnative e certificati ufficiali di analisi da cui risultino:

- le caratteristiche tecniche dei prodotti impiegati nella fornitura;
- i tipi e i cicli di lavorazione eseguiti presso il fabbricante con l'indicazione delle attrezzature impiegate;
- le prove tecnologiche e le analisi fotometriche effettuate.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli agli accertamenti che riterrà opportuno eseguire presso riconosciuti Istituti specializzati. Il tutto a carico dell'Appaltatore che sarà pertanto tenuto, ove non fosse il diretto produttore, a comunicare tempestivamente il nome del fabbricante.

##### Supporti

Supporti ex EN 12899-1 adeguatamente protetti contro la corrosione "SP2"

a) i substrati per indicatori segnaletici retroriflettenti devono essere realizzati mediante stampaggio con materiale composito termoindurente rinforzati con fibre, denominati "CG10" garantiti 10 anni, con elevata deformabilità e resistenti agli atti vandalici e dalla corrosione anche in ambiente marino e dovranno essere attestati "CE";

b) in alternativa gli stessi possono essere realizzati anche in alluminio con un titolo di purezza non inferiore al 99,5 ed uno stato di cottura semicrudo; dovranno essere attestati "CE";

c) gli stessi possono essere realizzati anche in materiale composito termoindurenti rinforzati con filamenti denominati "VTR" per la loro opposizione alla corrosione anche in ambiente marino, elevata deformabilità e consistente resistenza meccanica, garantiti 10 anni, e dovranno essere attestati "CE".

d) l'impiego di altri materiali deve essere autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti(Direzione generale della sicurezza stradale) che ne garantisce la loro conformità;

e) attacchi e parti addizionali di rinforzo devono essere prodotti col medesimo materiale del substrato; o con materiali che ne garantiscano la loro durata, dovranno mantenersi immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale richiesto;

f) i substrati dovranno avere spessori minimi, che qui di seguito riportiamo:

FINO A MQ. 2 – CG10 20/10 mm – AL 25/10 mm – VTR 30/10 mm –  
OLTRE MQ. 2 – CG10 30/10 mm – AL 30/10 mm – VTR 40/10 mm

g) tutti i substrati degli indicatori segnaletici metallici retroriflettenti devono essere provvisti di bordi di rinforzo che, oltre ad avere una funzione di protezione, conferiscono al substrato una maggiore resistenza, esclusi i segnali in "VTR" non metallici. Tutti gli indicatori segnaletici dovranno sottostare alle seguenti indicazioni:

- inferiori a 0,60 mq., devono avere bordi di rinforzo protettivi di dimensioni minime di mm. 15;
- superiori ai 0,60 mq. i bordi avranno dimensioni minime di mm. 18;
- disco diametro 90 cm., triangolo da lato cm. 120, ottagonali da 90 e 120 cm. i bordi hanno dimensioni minime di mm. 14;

h) il raggio di raccordo degli angoli degli indicatori segnaletici sono conformi ai requisiti stabiliti nel punto 4.3 dell'eurocodice;

i) i substrati degli indicatori segnaletici metallici retroriflettenti formati da più pannelli, dovranno essere realizzati nel più basso numero possibile, compatibilmente con la reperibilità delle materie prime sui mercati e dovranno avere un bordo di rinforzo protettivo di dimensioni minime di 20 mm

- l'altezza minima del singolo pannello accostabile dovrà essere di cm. 80.

j) i substrati degli indicatori segnaletici "segnaletica verticale" retroriflettenti non devono per nessun motivo essere forati e gli stessi dovranno essere dotati di parti aggiuntive di rinforzo, le quali avranno la duplice funzione sia di rinforzo che di contenimento della bulloneria, che permette l'applicazione del substrato ai sostegni o ad ulteriori barre di irrigidimento;

k) i substrati degli indicatori segnaletici metallici retroriflettenti costruiti con più pannelli oltre a quanto previsto al punto f) devono essere accoppiati nei lati interni, sia orizzontalmente che verticalmente con angolari che ne permettano la massima planarità;

- tali angolari oltre ad essere dello stesso materiale del substrato dovranno permettere un accoppiamento perfetto dei singoli pezzi, l'angolare dovrà essere applicato al substrato in modo da avere una sporgenza interna e di una esterna rispetto al filo del pannello, lasciando tra i due formati un minimo di tiraggio.

l) i substrati degli indicatori segnaletici metallici retroriflettenti dopo la loro realizzazione devono avere dei rivestimenti superficiali di protezione ed essere poi verniciati, con vernici esenti da sostanze soggette a migrazione (aventi caratteristiche antiadesive) in colore grigio scuro (RAL 7043) e protetti contro la corrosione "SP2";

m) i rivestimenti superficiali di protezione e la verniciatura eseguite su substrati degli indicatori segnaletici metallici retroriflettenti devono rientrare nei seguenti parametri a garanzia della qualità.

Resistenza alla corrosione su:

- composito di fibre CG10 nessuna ossidazione dopo 2000 ore.
- alluminio nessuna ossidazione dopo 400 ore.
- composito di fi lamenti VTR nessuna ossidazione dopo 2000 ore.

### **Finitura e caratteristiche della faccia anteriore del segnale :**

La superficie anteriore dei supporti in composito di fibre e filamenti e/o metallici preparati e verniciati come al precedente punto 1), deve essere finita con l'applicazione sull'intera faccia a vista delle pellicole retroriflettenti di cui al punto 3 di **classe 1 e classe 2** superiore microprismatica secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'art. 79 – comma 11 – 12 del D.P.R. 16/12/1992 – nr. 495, come modificato dal DPR 16/09/1996 – nr. 610.

Sui triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, divieto e obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità su tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire come questa denominazione un pezzo intero di pellicola sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le 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 le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Quando i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano del tipo perfettamente identico, la D.L. potrà richiedere la realizzazione interamente o parzialmente, con metodo serigrafico, qualora valuti che il quantitativo lo giustifichi in termini economici.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti mediante le apparecchiature previste dall'art. 194 – comma 1 – D.P.R. 16/12/1992 – nr. 495 come modificato dal D.P.R. 16/09/1996 – nr. 610. L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni delle ditte produttrici di supporti e pellicola.

## **Pellicole retroriflettenti**

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura oggetto del presente appalto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal disciplinare tecnico approvato dal Ministero dei LL.PP. con decreto del 31/03/1995 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI EN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto disciplinare, e dalla descrizione delle stesse dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla tabella 1 del disciplinare tecnico summenzionato. Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere approvato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

a) le pellicole retroriflettenti usate hanno le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal disciplinare tecnico approvato dal Ministero dei LL.PP con decreto del 31/03/1995 e sono prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie EN 29000

b) le pellicole retroriflettenti usate di classe 1 saranno certificate CE secondo la norma europea EN 12899-1:2007. Le pellicole di classe 2S microprismatiche dovranno essere certificate CE a seguito del relativo Benestare Tecnico Europeo (ETA) secondo il documento CUAP 2002

c) la scelta delle pellicole retroriflettenti da usare, deve essere effettuata dall'Ente proprietario della strada Art. 79 (Art. 39 Cod. Str.) comma 11.d); per Autostrade o strade con analoghe caratteristiche le pellicole usate dovranno essere obbligatoriamente solo in classe 2S microprismatica.

## **Retro dei segnali**

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato indelebilmente quanto previsto dall'art. 77 – comma 7 del D.P.R. 495 del 16/12/1992. Il nome dell'Ente e dell'ordinanza dovranno essere impressi indelebilmente o incisi "obbligatoriamente"

## **Sostegni**

Tutte le prestazioni dei supporti segnaletici richieste in base alla norma europea EN 12899-1:2008 dovranno essere dimensionate all'azione del vento (WL), alla deformazione temporanea (TDB), al carico dinamico (DSL) e concentrato (PL), ed avere una forte resistenza alla corrosione non inferiore a "SP2" per garantire così i segnali 10 anni contro eventi atmosferici quali salsedine, piogge acide, neve e nebbie.

Ove lo ritengano opportuno, le ditte potranno proporre ed offrire supporti diversi da quelli prescritti purché ne venga fornita l'idonea documentazione tecnica, la loro certificazione ed autorizzazione ministeriale che ne garantisce la conformità alla norma europea EN 12899-1.

- SOSTEGNI A PALO: i sostegni per i segnali verticali (esclusi i portali) saranno in acciaio tubolare diametro mm. 60 e/o diametro mm. 48 e spessore mm. 2,5 e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5101 ed ASTM 123 e non verniciati.

I pali di sostegno e controvento saranno chiusi con tappo di plastica o terminali in resina a discrezione dell'Ente proprietario della strada.

I sostegni dei segnali verticali, esclusi i portali, dovranno essere muniti di dispositivo – antirotazione del segnale rispetto al sostegno. Le staffe, viti e bulloni, comprese nel prezzo del sostegno, dovranno essere in ferro zincate, con sistema di fissaggio certificato.

### **1.14.2 Segnaletica orizzontale**

#### **Materiale elasto-plastico**

Il materiale in laminato elasto-plastico per segnaletica stradale orizzontale, che sarà fornito in rotoli di diverse altezze, nei colori bianco, o giallo, nonché in lettere per diciture a terra e frecce nelle varie misure, dovrà essere elastico, resistente agli urti all'azione del freddo e del caldo, alle dilatazioni e ai movimenti del fondo stradale e plastico perché automodellante alla conformazione del fondo, non si dovrà spaccare né crepare in superficie per rigidità o scarsa adesione; deve essere idoneo alla sua applicazione sulla pavimentazione stradale con collante a due componenti, il fissa polvere e l'avvitatore.

I laminati stessi dovranno possedere i sotto elencati requisiti:

Spessore:  $\leq 1,5$  mm;

Colore: i colori dei laminati elasto-plastici devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle regioni determinate dai vertici delle coordinate di cromaticità, riportate in tabella., come previsto nella norma UNI EN 1436, appendice C.

Vertici		1	2	3	4
S. O. bianca	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
<i>Illuminante normalizzato D65 (ISO/CIE 10526)</i>					
<i>Geometria di lettura: 45°/0°; illuminazione (45 ± 5)° e misurazione a (0 ± 10)°</i>					

Retroriflettenza mcd/lux\*mq:  $\geq 550$

Distanza d'osservazione : 30 m

Angolo d'osservazione: 2,29°

Angolo d'illuminamento: 1,24°

Antidrucciolo:  $\geq 50$  srt (British Portable Skid Resistance Tester)

Microsfere ancorate alla resina

Indice di rifrazione:  $\geq 1,7$

### **Vernice ad elevata retroriflettenza**

Le vernici ad elevata retroriflettenza per segnaletica orizzontale dovranno essere del tipo con perline di vetro premiscelate ed avere pigmento costituito di biossido di titanio per il colore bianco e giallo cromo per quello giallo.

Le vernici rifrangenti dovranno possedere le proprietà adesive nei riguardi di tutti i tipi di pavimentazione; dovranno altresì possedere ottima resistenza all'usura del traffico, alle soluzioni saline ed agenti atmosferici in generale. In particolare le proprietà rifrangenti non dovranno subire decadimenti fino al completo consumo.

Le qualità delle vernici dovranno comunque essere comprovate con referenze e certificazioni di laboratorio. Si richiama la norma:

**UNI EN 1436** - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada.

### **Caratteristiche generali**

La vernice deve essere del tipo rifrangente premiscelata e cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di fabbricazione, così che, dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale di vernice stesa sulla pavimentazione stradale, la striscia orizzontale svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli sotto l'azione della luce dei fari.

Deve essere già pronta per l'uso ad eccezione di minima diluizione col solvente indicato dalla Ditta, di consistenza adatta per lo spruzzo ed idonea come guida rifrangente di traffico su pavimentazioni stradali.

L'Impresa rimetterà descrizione impegnativa delle caratteristiche della vernice rifrangente.

### **Condizioni di stabilità**

Per la vernice rifrangente il pigmento colorante sarà costituito da biossido di titanio. Il veicolo, o liquido portante, deve essere del tipo oleo resinoso con parte resinosa sintetica con rapporto olio resina di 1 e 4. Il fornitore dovrà indicare i solventi contenuti nella vernice. La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, applicata su pavimentazioni bituminose, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose. Il potere corrente della vernice dovrà essere compreso tra 1,2 e 1,5 mq/Kg<sub>2</sub> (Federal Test Method Standards n.141 method 4121: applicando uno spessore di film umido di 300 micron su un supporto a bande bianche e nere, il rapporto di contrasto non deve risultare inferiore a 0,98). Il peso specifico della vernice non dovrà essere inferiore a Kg. 1,50 per litro a 25°C. (ASTM-D 1475).

### **Caratteristiche delle sfere di vetro**

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria di diametro maggiore del raggio delle sfere stesse, di forma sferica, e non saldate insieme per almeno il 90% del peso totale.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore al 1,50 usando per la determinazione il metodo dell'immersione con luce al tungsteno. Le sfere di vetro dovranno resistere all'acqua, agli acidi ed al cloruro di calcio e di sodio in soluzione.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni Kg. di vernice premiscelata dovrà essere compresa fra il 30 e il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche di granulometria:

<b>Setaccio A.S.T.M.</b>	<b>% in peso</b>
Perline passanti per il setaccio n. 70	100%
Perline passanti per il setaccio n. 140	15-55%
Perline passanti per il setaccio n. 230	0-10%

### **Idoneità di applicazione**

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente, piena ed uniforme, della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso (6% in peso nel periodo invernale data la notevole viscosità della vernice alle basse temperature) e comunque la percentuale indicata dalla ditta fornitrice di cui all'art. 6.

### **Tempo di essiccamento**

La vernice, quando applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di Kg. 0,120 per ml. di striscia larga cm 12 o Kg 0,150 per ml di striscia larga cm 15 ed alla temperatura dell'aria compresa tra 15°C. e 40°C. e umidità relativa non superiore al 70%, dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-45 minuti dall'applicazione, trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo le norme ASTM D/711-35.

### **Viscosità**

La vernice, nello stato in cui viene consegnata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con le macchine traccialinee; tale consistenza, misurata allo Stormer Viscosimeter a 25°C., espressa in unità Krebs sarà compresa fra 70 e 90 (ASTM-D 562).

### **Colore**

La vernice dovrà essere conforme al bianco o giallo richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore. La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole. Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75%, accertato mediante opportuna attrezzatura. Il colore dovrà conservarsi nel tempo, dopo l'applicazione e l'accertamento di tale conservazione, che potrà essere richiesto dalla Stazione appaltante nel tempo di validità del contratto e dovrà determinarsi con opportuno metodo di Laboratorio.

### **Residuo non volatile totale**

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 65% ed il 75% in peso.

### **Contenuto del pigmento**

Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

### **Resistenza ai lubrificanti e carburanti**

La pittura dovrà resistere all'azione di lubrificanti e carburanti di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

## Prove di rugosità su strada

Le prove di rugosità dovranno essere eseguite su stese nuove, in un periodo tra il 10° e il 30° giorno dell'inizio del traffico sulla strada interessata.

Le misure saranno effettuate con apparecchio SKID tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previsto dal R.R.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta la pavimentazione non verniciata nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pittura; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

## Certificato di origine della vernice e tolleranze ammesse

L'impiego di vernice effettuato, a fronte del presente Capitolato, dovrà essere accompagnato da una dichiarazione delle seguenti caratteristiche rilasciata dal produttore:

- a) peso per litro a 25°C.
- b) tempo di essiccazione.
- c) viscosità.
- d) percentuale di pigmento.
- e) percentuale di non volatile.
- f) peso del biossido di titanio per litro di vernice bianca .
- g) percentuale in peso delle sfere di vetro, gradazione e percentuale di sfere rotonde.
- h) tipo, quantità di solvente da usarsi per diluire nell'impiego della vernice, e ogni altro requisito tecnico descritto nei precedenti articoli.

Per le varie caratteristiche sono ammesse le seguenti tolleranze massime, superate le quali, la vernice verrà rifiutata:

- a) peso per litro: kg. 0.03 in più od in meno di quanto dichiarato;
- b) viscosità: intervallo di 5 unità krebs rispetto al valore dichiarato dal venditore nella dichiarazione delle caratteristiche, il quale valore dovrà essere peraltro compreso entro i limiti richiamati.  
Nessuna tolleranza è invece ammessa per i requisiti prescritti per il tempo di essiccazione, la percentuale di sfere di vetro, il residuo volatile ed il contenuto di pigmento.

Il materiale deve essere corredato di certificazione di garanzia e di conformità alla normativa UNI EN 1436/98 e successive modifiche.

La **segnaletica orizzontale provvisoria** di cantiere deve possedere i seguenti **requisiti**:

- $Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe Q2;
- $R.L. \geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe R4;
- $\beta \geq 0,30$ , come previsto per la classe B3;
- S.R.T.  $\geq 45$ , come previsto dalla classe S1.

La **segnaletica orizzontale nuova** deve possedere i seguenti **requisiti**:

- 1) Alla consegna dei lavori:
  - $Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe Q2;
  - $R.L. \geq 200 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe R4;
  - $\beta \geq 0,30$ , come previsto per la classe B3;
  - S.R.T.  $\geq 45$ , come previsto dalla classe S1.
- 2) Dopo 180 gg:
  - $Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe Q2;
  - $R.L. \geq 150 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe R4;
  - $\beta \geq 0,40$ , come previsto per la classe B3;
  - S.R.T.  $\geq 45$ , come previsto dalla classe S1
- 3) Dopo 365 gg:
  - $Q_d \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe Q2;
  - $R.L. \geq 100 \text{ mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ , come previsto per la classe R4;
  - $\beta \geq 0,40$ , come previsto per la classe B3;
  - S.R.T.  $\geq 45$ , come previsto dalla classe S1.

## Resine colorate per percorsi pedo-ciclabili

Resinatura per asfalto a base di polimeri all'acqua, esente da solventi e metalli pesanti, modificata con cariche quarzifere e polveri minerali selezionate con granulometria diverse di almeno 4 pezzature, pigmentate con prodotti ecocompatibili per trattamenti di protezione e colorazione di asfalto, resistente a carburanti, oli, intemperie e nebbia salina. Posa in opera, in due mani, con apposite spatole in gomma oppure a spruzzo. Finitura superficiale impermeabile e antisdrucchiolo. Si intende compreso nel prezzo di appalto l'utilizzo di dime per la delimitazione della zona di intervento.

Requisiti Tecnici Minimi: **SKID TESTER** valore minimo 60 BPN.

### 1.14.3 Segnaletica temporanea per cantieri

#### Cavalletti per segnaletica temporanea

I cavalletti in ferro zincati o verniciati a polveri dovranno essere predisposti per poter tenere i supporti sia in composito che in metallo in posizione verticale così come richiesto dal disciplinare tecnico decreto 10 luglio 2002 art. 5.3 e s.m.i, idonei a sostenere le lampade di lavoro posizionate in modo tale da non coprire in nessun caso la faccia utile del segnale e predisposti a sostenere il sacchetto di appesantimento con apposito gancio; oppure contrappeso a terra su piedistallo.

### 1.15 Materiali per recupero corticale cemento armato e passivazione armature

Si riportano, salvo più specifiche e performanti indicazioni negli elaborati progettuali, le caratteristiche principali **minime** dei materiali impiegabili per interventi di recupero corticale di strutture in c.a con passivazione-protezione armature:

**Resina epossidica bicomponente** a base epossiamminoamminica, esente da solventi, contenente inibitori di corrosione e priva di cariche per la protezione dei ferri di armatura negli interventi di ripristino e ricostruzione del calcestruzzo, con un peso specifico a  $23\pm 3$  °C di 1,25 kg/l e una adesione su Fe/acciaio (test a strappo) sabbiato SA 2 ½  $\geq 6$  MPa e una adesione al cls (test a strappo)  $\geq 3$  MPa 100% coesiva.

**Malta strutturale reoplastica a colare a ritiro compensato per ripristini strutturali** che dopo miscelazione risulta perfettamente colabile adatta per operazioni di restauro in cassero, marcata CE -EN 1504-3 Classe R4, con resistenza a compressione pari a 70-80 N/mm<sup>2</sup> (28 gg) resistenza a flessione pari a 10 -11,5 N/mm<sup>2</sup> (28 gg) , modulo elastico pari a 28.000-35.000 N/mm<sup>2</sup> (28 gg) e un'adesione al calcestruzzo 2,5 N/mm<sup>2</sup> (28 gg), carbonatazione nel tempo pari a 1 mm in 8 anni, 2,5 mm in 18 anni, 4,5 mm in 25 anni, resistenza alla penetrazione CO<sub>2</sub> di 9.500 µ, resistenza alla diffusione vapore di 60 µ. Spessori consigliati 10-50 mm (rete acciaio); resa 19 kg/m<sup>2</sup>/cm.

**Prodotto uniformante per calcestruzzo a vista, con azione frenante del processo di carbonatazione**, a base di resina terpolimera in dispersione, alcaliresistente, con pigmenti selezionati resistenti ai raggi UV (7 della scala dei blu - Norme UNI 8097), cariche minerali e fungicida battericida ad azione permanente ad ampio spettro; permeabilità al vapore d'acqua non inferiore a 55 g/m<sup>2</sup> - 24 h (Norme DIN 531222), idrorepellenza, adesione al supporto non inferiore al 13 kgf/cm<sup>2</sup>. Applicazione a due mani a pennello, rullo o spruzzo con un intervallo minimo di 6 ore tra le due mani, di cui la prima va diluita con il 40% d'acqua e la seconda con il 20% d'acqua, per un consumo medio 0,15 l/m<sup>2</sup>, previa una mano del di sottofondo sandtex stabilizer, con un consumo medio di 0,15-0,20 l/m<sup>2</sup>.

### 1.16 Materiali fibrorinforzati (FRP)

#### Generalità

I materiali **fibrorinforzati (FRP - Fiber Reinforced Polymer)** a fibre continue sono materiali compositi costituiti da fibre di rinforzo immerse in una matrice polimerica. Questi sono disponibili in diverse geometrie quali le lamine pultruse, utilizzate per il rinforzo di elementi dotati di superfici regolari, ed i tessuti (uniassiali o multiassiali) che si adattano ad applicazioni su elementi strutturali con forme geometriche più complesse. I tessuti vengono applicati sull'elemento da rinforzare mediante resine che svolgono la funzione sia di elemento impregnante che di adesivo al substrato interessato.

Gli elementi consolidanti possono essere composti da fibre aramidiche, fibre di vetro (GFRP) o fibre di carbonio (CFRP), combinati in genere con adesivi strutturali polimerici e disposti in funzione del quadro fessurativo rilevato. I tessuti per il rinforzo strutturale sono commercialmente distribuiti allo stato secco ed in rotoli, da utilizzare per l'impregnazione in cantiere con apposite resine. Possono essere unidirezionali, con le fibre tutte orientate nella direzione della lunghezza e tenute insieme da un trama leggera di tipo non strutturale; biassiali, costituiti da una tessitura trama-ordito ortogonale di solito bilanciata (stessa percentuale di fibre nelle due direzioni); multiassiali, con fibre orientate in diverse direzioni del piano.

L'uso di tale tecnologia e materiali è normalmente utilizzata per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza al taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della resistenza a flessione di travi e pilastri mediante applicazione di fasce con le fibre disposte secondo la direzione delle barre longitudinali ed opportunamente ancorate;
- aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- cerchiature esterne di pilastri o colonne in muratura, purchè i tratti rettilinei della cerchiatura non siano troppo estesi;
- iniezioni armate nelle strutture murarie;
- rinforzi delle strutture voltate, purchè si evitino meccanismi di spinta a vuoto;
- irrigidimento dei solai lignei mediante placcaggio incrociato.

La Normativa vigente prevede la possibilità di utilizzare, per gli interventi sulle strutture esistenti, anche materiali non tradizionali purchè nel rispetto di normative e documenti di comprovata validità tra i quali vengono esplicitamente citate le Istruzioni ed i Documenti Tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Tra questi viene incluso quindi il documento **CNR-DT200 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati"**.

Il rinforzo tramite FRP è contemplato dal vigente quadro tecnico-normativo italiano attraverso le seguenti più recenti norme di riferimento:

- **CNR DT 200/2004** (*revisionata R1/2012*) per le strutture in c.a., c.a.p. e muratura;
- **Linee Guida C.S.L.P.**

In relazione all'impiego di materiali compositi a matrice polimerica (CFRP) è onere dell'impresa produrre alla DL i **certificati di idoneità tecnica all'impiego** (ai sensi delle vigenti NTC-2018), e quant'altro necessario a norma di legge, nonché eseguire in corso d'opera e a proprie spese tutte le prove di qualificazione dei materiali. Qualora l'impresa proceda ad applicare i materiali compositi senza aver prima eseguito i controlli di legge sotto la supervisione della DL, la lavorazione non potrà essere accettata.

I sistemi di FRP idonei per il rinforzo esterno di strutture possono essere classificati in due categorie principali:

### **Sistemi preformati**

Sono costituiti da componenti di varia forma preparati in stabilimento mediante pultrusione o laminazione. I compositi preformati sono utilizzabili sia per il rinforzo esterno (incollati all'elemento strutturale da rinforzare) o come elementi interni di rinforzo (barre per strutture di calcestruzzo armato) in totale o parziale sostituzione delle armature tradizionali in acciaio o barre per il rinforzo superficiale (ad esempio barre installate in prossimità della superficie).

### **Sistemi impregnati in situ**

Sono costituiti da fogli di fibre unidirezionali o multidirezionali o da tessuti che sono impregnati con una resina, la quale funge anche da adesivo con il substrato interessato (es. calcestruzzo, muratura).

I materiali compositi utilizzati per le applicazioni di rinforzo strutturale descritte nel presente documento devono essere:

- identificabili per poter risalire univocamente al produttore;
- qualificati e controllati secondo procedure di controllo ben definite ed applicabili al processo di produzione in fabbrica e verificati regolarmente da un ente terzo di ispezione abilitato;
- accettati dal Direttore dei Lavori dopo verifica della documentazione e prove di accettazione.

A motivo della diversa composizione e qualità di produzione degli elementi fibrosi, i valori di resistenza media possono oscillare tra valori minimi e massimi anche molto accentuati. Così come i valori dei moduli elastici, in proporzione, ad esempio, alla temperatura di produzione, alla variazione nella percentuale delle materie prime, alla composizione degli appretti protettivi, ecc. Si raccomanda quindi, la puntuale consultazione del progetto strutturale per ciascuna applicazione e/o tipologia.

## **Le fibre di carbonio - CFRP**

Il sistema di rinforzo strutturale **CFRP (Carbon fiber-reinforced plastics)** prevede generalmente l'utilizzo di fibre di carbonio annegate in una matrice costituita da resina epossidica conforme alla norma UNI EN 1504-4. Il sistema, applicato sulla superficie opportunamente pulita e trattata con un primer per migliorarne l'adesione, deve risultare efficace e adatto alle differenti geometrie degli elementi strutturali. Il sistema a barre invece non prevede l'impiego delle resine sopra descritte.

Le tipologie di rinforzo CFRP usualmente utilizzate possono identificarsi nei seguenti sistemi:

- il **Sistema a Barre** costituito da barre pultruse di carbonio per la riparazione di elementi in calcestruzzo, legno e muratura. Le fibre scelte devono essere in carbonio ad alta resistenza ed in carbonio ad alto modulo elastico. Il sistema così composto può essere abbinato ai ripristini strutturali con l'uso di malte o resine dedicate.
- il **Sistema a Lamine** costituito da piattine di carbonio e da resina in pasta epossidica. Il sistema è tarato per la messa in opera rapida del rinforzo. Le resine devono essere particolarmente indicate per interventi di rasatura e di incollaggio e dotate di buona lavorabilità, riducendo al minimo la tempistica necessaria al rinforzo.
- il **Sistema a Fibre** costituito da tessuti e da una resina impregnante di tipo epossidico, dotata di una adeguata viscosità per permettere la corretta impregnazione dei tessuti. Affinchè l'adesione al supporto possa essere perfetta, deve essere eseguita una corretta preparazione del supporto stesso. Questo sistema deve ottimizzare al massimo il quantitativo di fibra presente sulla struttura e risultare versatile per realizzare rinforzi in più direzioni. Alcuni sistemi a fibre possono essere applicabili con resine epossidiche o con malte cementizie. Per propria natura i prodotti FRP sono anisotropi e tendenzialmente elastici lineari in trazione fino a rottura. Contrariamente all'acciaio non sono duttili, nè plastici. Nella loro applicazione quindi non devono essere sottoposti a compressione; le fibre non devono essere tagliate o forate. Ulteriori caratteristiche da tenere presenti infatti, sono:
  - 1) che non esiste trasferimento tensionale tra una fibra posta in direzione longitudinale ed un'altra posta nella direzione trasversale;
  - 2) tutti i prodotti FRP non possono essere saldati tra loro. Il collegamento tra uno strato e l'altro avviene esclusivamente mediante una resina.

### **Specifiche meccaniche:**

vedere **UNI EN ISO 527-4,5** e caratteristiche dei materiali specificate all'interno del progetto.

## **CAPO 2 - NORME PER L'ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**

### **2.0 – FASE PRELIMINARE AI LAVORI**

#### **Art. 2 – Rilievi – Capisaldi - Tracciamenti**

##### **2.1 Rilievi**

Prima di dare inizio a lavori che interessino in qualunque modo movimenti di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al Contratto o successivamente consegnati, segnalando eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 30 giorni dalla consegna. In difetto, i dati plano-altimetrici riportati in detti allegati si intenderanno definitivamente accettati, a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o nel caso che non risultassero inseriti in Contratto o successivamente consegnati, si applica quanto specificato dall'Art. 68 del presente Capitolato.

In difetto, nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sull'ultimazione dei lavori.

##### **2.2 Capisaldi**

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità.

Spetterà all'Appaltatore l'onere della conservazione degli stessi fino al collaudo.

Qualora i capisaldi non esistessero già in sito, l'Appaltatore dovrà realizzarli secondo quanto indicato dalla D.L. e disporli opportunamente. I capisaldi dovranno essere ben visibili ed identificabili.

L'impresa dovrà inoltre fornire alla D.L. un apposito libretto corredato di tutte le informazioni utili per l'identificazione (fotografie, coordinate, etc..).

##### **2.3 Tracciati**

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire la picchettazione completa delle opere e a indicare con opportune modine i limiti degli scavi e dei riporti. Sarà tenuto altresì al tracciamento di tutte le opere, in base agli esecutivi di progetto, con l'obbligo di conservazione dei picchetti e delle modine.

### **2.1 – SCAVI, DEMOLIZIONI E MOVIMENTI DI MATERIE**

#### **Art. 3 – Demolizioni e rimozioni**

##### **3.1 Generalità**

###### **3.1.1 Tecnica operativa – Responsabilità**

Prima di iniziare i lavori in argomento l'Appaltatore dovrà accertare con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività e adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza. Salvo diversa prescrizione, l'Appaltatore disporrà la tecnica più idonea, le opere provvisoriale, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale. Di conseguenza sia l'Amministrazione che il personale tutto di direzione e sorveglianza resteranno esclusi da ogni responsabilità connessa all'esecuzione dei lavori di che trattasi. In ogni caso, prima di procedere alla demolizione, l'Impresa è tenuta a darne tempestiva comunicazione alla Direzione Lavori.

###### **3.1.2 Disposizioni antinfortunistiche**

Dovranno essere osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81.

###### **3.1.3 Accorgimenti e protezioni**

Prima di dare inizio alle demolizioni dovranno essere interrotte tutte le eventuali erogazioni, nonché gli attacchi e gli sbocchi di qualunque genere; dovranno altresì essere vuotati tubi e serbatoi.

La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati e idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate da caduta di materiali.

Le demolizioni avanzeranno tutte alla stessa quota, procedendo dall'alto verso il basso; particolare attenzione, inoltre, dovrà porsi ad evitare che si creino zone di instabilità strutturale, anche se localizzate. In questo caso, e specie nelle sospensioni di lavoro, si provvederà ad opportuno sbarramento.

Nella demolizione di murature è tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire; questi dovranno servirsi di appositi ponteggi, indipendenti da dette strutture. Salvo esplicita autorizzazione della Direzione (ferma restando nel caso la responsabilità dell'Appaltatore) sarà vietato altresì l'uso di esplosivi nonché ogni intervento basato su azioni di scalzamento al piede, ribaltamento per spinta o per trazione.

Per l'attacco con taglio ossidrico o elettrico di parti rivestite con pitture al piombo, saranno adottate opportune cautele contro i pericoli di avvelenamento da vapori di piombo a norma dell'art. 8 della Legge 19 luglio 1961, n. 706.

### **3.1.4 Limiti di demolizione**

Le demolizioni, i disfacimenti, le rimozioni dovranno essere limitate alle parti e dimensioni prescritte. Ove per errore o per mancanza di cautele, puntellamenti, ecc., tali interventi venissero estesi a parti non dovute, l'Appaltatore sarà tenuto a proprie spese al ripristino delle stesse, ferma restando ogni responsabilità per eventuali danni, anche a terzi.

### **3.1.5 Smaltimento**

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, al più presto, essere trasportati a rifiuto presso discariche autorizzate o presso ditte autorizzate al conferimento di materiali di risulta che l'Impresa preventivamente deve provvedere a reperire a sua cura e spese, secondo le modalità imposte dalla tipologia del rifiuto e nel rispetto delle normative vigenti in materia.

Il raggruppamento, la cernita e la classificazione del materiale prima della raccolta ed il trasporto a rifiuto dovrà essere realizzato secondo le modalità imposte dalla normativa vigente in materia.

### **3.1.6 Diritti dell'Amministrazione**

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'Amministrazione. Competerà però all'Appaltatore l'onere della selezione, pulizia, trasporto ed immagazzinamento nei depositi o accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione lavori o l'Amministrazione, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto dei materiali di scarto.

## **3.2 Demolizioni e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso**

Nei casi di demolizioni parziali della pavimentazione si dovrà procedere al taglio lineare dei bordi della zona da demolire allo scopo di non danneggiare le zone limitrofe.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela, impedendo danneggiamenti della struttura del corpo stradale, senza compromettere la continuità del transito veicolare che deve essere costantemente garantito, salvo quanto diversamente disposto, in condizioni di sicurezza a cura e spese dell'Impresa.

La fresatura della sovrastruttura in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta su automezzi.

In via eccezionale, secondo la discrezione e il giudizio insindacabile della D.L., potrà essere autorizzato l'impiego di attrezzature alternative quali ripper, escavatori, demolitori ecc.

Le attrezzature dovranno essere tutte perfettamente funzionanti ed efficienti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni preventivamente approvate dalla D.L. che ha facoltà di richiederne la sostituzione, durante il corso dei lavori, qualora non più rispondenti alle caratteristiche approvate, anche quando la granulometria del materiale di risulta sia idonea per il reimpiego in impianti di riciclaggio.

La superficie su cui si interviene, salvo il caso di demolizione integrale della sovrastruttura, dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti e priva di polveri o materiali lapidei sciolti, mediante spazzolatura ed aspirazione meccanica, nonché priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'adesione delle nuove stese di materiale da porre in opera.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente agli spessori di demolizione stabiliti dal progetto e dalla D.L..

Qualora questi risultassero inadeguati e comunque differenti in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediata comunicazione al D.L. che potrà autorizzare la modifica delle quote di

fresatura; senza questo parere, le fresature verranno compensate con i centimetri di spessore indicati in progetto o negli ordinativi di lavoro; in ogni caso il rilievo dei nuovi spessori deve essere effettuato in contraddittorio.

Il rilievo dei nuovi spessori verrà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali e dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Le pareti dei tagli dovranno risultare perfettamente verticali, con andamento longitudinale rettilineo ed esente da sgretolature.

Prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, il piano fresato e le pareti dovranno risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti da una mano d'attacco in legante bituminoso.

## **Art. 4 – Scavi in genere ed opere di contenimento**

### **4.1 Generalità**

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la configurazione del terreno di impianto, per il raggiungimento del terreno di posa delle fondazioni o delle tubazioni, nonché per la formazione di cunette, passaggi e rampe, cassonetti e simili, opere d'arte in genere, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che potrà dare la Direzione Lavori in sede esecutiva.

Le sezioni degli scavi e dei rilevati dovranno essere rese dall'Appaltatore ai giusti piani prescritti, con scarpate regolari e spianate, cigli ben tracciati e profilati, fossi esattamente sagomati. L'Appaltatore dovrà inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti (provvedendo, qualora necessario, alle opportune puntellature, sbadacchiature o armature) restando lo stesso, oltre che responsabile di eventuali danni a persone ed opere, anche obbligato alla rimozione delle materie franate.

Per l'effettuazione sia degli scavi che dei rilevati, l'Appaltatore sarà tenuto a curare, a proprie spese, l'estirpamento di piante, cespugli, arbusti e relative radici, e questo tanto sui terreni da scavare, quanto su quelli designati all'impianto dei rilevati; per gli scavi inoltre dovrà immediatamente provvedere ad aprire le cunette ed i fossi occorrenti e comunque evitare che le acque superficiali si riversino nei cavi.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con mezzi adeguati, meccanici e di mano d'opera, in modo da dare gli stessi possibilmente completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato; esso sarà comunque libero di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti che riterrà di sua convenienza, purché dalla Direzione riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

In ogni caso dovrà tener conto delle indicazioni e prescrizioni dello studio geologico e geotecnico di cui al paragrafo 7 del D.M. 17 Gennaio 2018 (Norme Tecniche per le costruzioni), delle prescrizioni di cui alla pianificazione di sicurezza e, per lo smaltimento, delle disposizioni legislative in vigore.

#### **4.1.1 Trasporto e allontanamento materiali di scavo**

Le materie provenienti dagli scavi che sono non utilizzabili come espresso dal progetto, o che a giudizio della Direzione non fossero ritenute idonee per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate in primis a centri autorizzati di recupero/smaltimento, o a rifiuto alle pubbliche discariche, o su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, previe le dovute autorizzazioni, evitando in questo caso che le materie depositate possano arrecare danni ai lavori o alle proprietà, provocare frane, emettere polveri o ancora ostacolare il libero deflusso delle acque.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterrati, esse saranno depositate nei pressi dei cavi, o nell'ambito del cantiere ed in ogni caso in luogo tale che non possano riuscire di danno o provocare intralci al traffico, e comunque previo adempimento delle procedure di legge.

Sono a carico dell'Impresa appaltatrice le spese per le analisi chimiche di caratterizzazione delle terre/rocce da scavo e test di cessione se non diversamente indicato negli elaborati di progetto.

#### **4.1.2 Determinazione sulle terre**

Per le determinazioni relative alla natura delle terre, al loro grado di costipamento ed umidità, l'Appaltatore dovrà provvedere a tutte le prove richieste dalla Direzione Lavori presso i laboratori ufficiali (od altri riconosciuti) ed in sito. Le terre verranno classificate secondo la norma CNR UNI 10006/02 "Costruzione e Manutenzione delle Strade - Tecnica di impiego delle terre " o in alternativa, ove richiesto, secondo la UNI EN ISO 14688-1 (Indagini e prove geotecniche. Identificazione e classificazione dei terreni. Identificazione e descrizione) e classificate sulla base della parte 2a della stessa norma.

## 4.2 Smacchiamento e taglio alberature

Nell'ambito dei movimenti di terra l'Impresa deve procedere, preliminarmente, al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici. Tale attività dovrà avvenire una volta che siano state ottenute tutte le necessarie autorizzazioni da parte degli Enti territorialmente competenti e comunque previa comunicazione alla DL ed alla Stazione Appaltante.

I prodotti dello smacchiamento e taglio, salvo diversa indicazione specificamente prevista in appalto, sono lasciati a disposizione dell'Imprenditore che ha l'obbligo e la responsabilità del loro trasporto, a qualsiasi distanza, in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento o il trattamento di cippatura (osservando le prescritte misure di sicurezza) ovvero in discariche abilitate alla loro ricezione.

## 4.3 Scotico

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in diffinitività di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde. L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentite: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, devono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

## 4.4 Bonifiche

Qualora nel progetto siano previsti ulteriori approfondimenti dovuti a scarse qualità meccaniche e granulometriche di sedime oltre gli ordinari spessori di scotico, la movimentazione verrà compensata come scavo di sbancamento. Il materiale in sostituzione di quello asportato dovrà avere caratteristiche conformi a quanto previsto per i rilevati. In alternativa, si può adottare un adeguato trattamento di stabilizzazione; l'opportunità di realizzare questo tipo di lavorazione sarà rilevata nella documentazione progettuale. Qualora si rendesse necessaria la realizzazione di tale strato di rinforzo è onere dell'Impresa definire, sempre mediante una analisi geotecnica, le caratteristiche dell'intervento in termini di leganti e loro relativo dosaggio, nonché le tecniche di posa. Per ulteriori specifiche si rimanda all'articolo tematico del presente capitolato e comunque alla normativa tecnica specifica di settore.

## 4.5 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti si intenderanno quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%, gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate, trincee, cassonetti stradali, orlature e sottofasce nonché quelle per l'incasso di opere d'arte se ricadenti al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi<sup>25</sup>.

Quando l'intero scavo dovesse risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non ne venisse ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso sarà quello terminale. Saranno comunque considerati scavi di sbancamento

---

<sup>25</sup> Tali che consentano comunque l'accesso e la movimentazione di mezzi idonei alla natura e consistenza delle materie da scavare.

anche tutti i tagli a larga sezione, che, pur non rientrando nelle precedenti casistiche e definizioni, potranno tuttavia consentire l'accesso con rampa ai mezzi di scavo, nonché a quelli di caricamento e trasporto delle materie. In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati sub-orizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 5%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).

Quest'ultimo deve risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento potrà essere richiesta dalla Direzione, se necessario, anche a campioni di qualsiasi tratta, senza che per questo l'Appaltatore possa avere nulla a pretendere.

## **4.6 Scavi a sezione ristretta**

### **4.6.1 Generalità**

Per scavi a sezione ristretta in generale si intenderanno quelli ricadenti al di sotto del piano di campagna, o di quello risultante con lo sbancamento del precedente punto, chiusi tra pareti verticali o meno, riproducenti lo sviluppo del sedime di impianto di opere d'arte (quali fondazioni) o condotte-tubazioni e relativi pozzetti o fossati-cunette; nella pluralità di casi, quindi, si tratterà di scavi incassati ed a sezione limitata.

### **4.6.2 Modo di esecuzione**

Qualunque fosse la natura e la qualità del terreno interessato, gli scavi a sezione ristretta dovranno essere spinti fino alla profondità indicata negli elaborati di progetto (sezioni e/o livellette) e/o comunque prescritta dalla Direzione Lavori, intendendosi in questo caso che l'Appaltatore non possa muovere eccezioni o far richiesta di particolari compensi.

Gli scavi dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerli con convenienti armature e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno a persone e cose provocato da franamenti e simili. Il fondo scavo sarà reso perfettamente orizzontale, e ove il terreno dovesse risultare in pendenza, sarà sagomato a gradoni con piani in leggera contropendenza<sup>26</sup>.

Gli scavi potranno anche venire eseguiti con pareti a scarpa, o a sezione più larga, ove l'Appaltatore lo ritenesse di sua convenienza. In questo caso però non verrà compensato il maggiore scavo, oltre quello strettamente necessario all'esecuzione dell'opera e l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera o al condotto ed al ripristino, con gli stessi oneri, delle maggiori quantità di pavimentazione divelte, ove lo scavo dovesse interessare strade pavimentate<sup>27</sup>.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti. L'Impresa deve eliminare ogni impedimento e ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugatori. Gli scavi delle trincee dovranno, all'occorrenza, garantire sia il traffico tangenziale degli autoveicoli, sia quello di attraversamento, nei punti stabiliti dalla Direzione lavori e/o dal Coordinatore per la sicurezza e per qualsiasi carico viaggiate.

### **4.6.3 Attraversamenti - Interferenze**

Qualora nella esecuzione degli scavi si incontrassero tubazioni o cunicoli di fogna, tubazioni di acqua o di gas, cavi elettrici, telefonici, fibra ecc., o altri ostacoli imprevedibili, per cui si rendesse indispensabile qualche variante al tracciato ed alle livellette di posa, l'Appaltatore ha l'obbligo di darne avviso alla Direzione Lavori che darà le disposizioni del caso.

Particolare cura dovrà comunque porre l'Appaltatore affinché non vengano danneggiate dette opere sottosuolo e di conseguenza egli dovrà, a sua cura e spese, provvedere con sostegni, puntelli e quant'altro necessario, perché le stesse restino nella loro primitiva posizione. Resta comunque stabilito che l'Appaltatore sarà responsabile di ogni e qualsiasi danno che potesse venire dai lavori a dette opere e che sarà di conseguenza obbligato a provvedere alle immediate riparazioni, sollevando l'Amministrazione appaltante da ogni onere.

---

<sup>26</sup> Per scavi in trincea di profondità superiore a due metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti dovrà essere eseguita la verifica delle armature.

<sup>27</sup> Fa eccezione il caso in cui, per profondità di scavo eccedente la portata degli ordinari mezzi operativi (escavatori), sia necessario eseguire lo scavo a sezioni parziali di profondità progressiva, con l'affondamento dei mezzi stessi.

**Si intendono a carico dell'Impresa le preliminari operazioni di tracciamento delle reti esistenti, anche a mezzo di indagini strumentali, condotte in presenza di rappresentanti degli Entj gestori o proprietari delle infrastrutture a rete.**

#### **4.6.4 Scavi in presenza di acqua**

L'Appaltatore dovrà provvedere ad evitare il riversamento nei cavi di acque provenienti dall'esterno, restando a suo carico l'allontanamento o la deviazione delle stesse o, in subordine, la spesa per i necessari aggottamenti.

Qualora gli scavi venissero eseguiti in terreni permeabili sotto la quota di falda, e quindi in presenza di acqua, ma il livello della stessa naturalmente sorgente nei cavi non dovesse superare i 20 cm, l'Appaltatore sarà tenuto a suo carico a provvedere all'esaurimento di essa, con i mezzi più opportuni e con le dovute cautele per gli eventuali effetti dipendenti e collaterali.

#### **4.6.5 Scavi subacquei**

Gli scavi di fondazione sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno. Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

**E' a carico dell'Impresa la preventiva caratterizzazione chimica delle acque prima di procedere al relativo sollevamento e smaltimento.**

#### **4.6.6 Ture provvisorie**

Nella esecuzione degli scavi di fondazione in presenza di acqua verranno disposte, se ordinato dalla Direzione Lavori, delle ture provvisorie, a contorno e difesa degli scavi stessi ed a completa tenuta. Le ture potranno essere realizzate con pali di abete e doppia parete di tavoloni di abete o di pino riempita di argilla, oppure con arginelli di terreno argilloso, o con altro idoneo sistema approvato dalla stessa Direzione (esempio sacchi zavorra riempiti di terra). Resta inteso comunque che le ture sopra indicate sono da intendersi ricomprese nel prezzo complessivo di appalto qualora non diversamente indicato nei documenti economici a base di gara.

#### **4.6.7 Divieti e oneri**

Sarà tassativamente vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire e rimuovere le opere già eseguite, di porre mano alle murature o altro, come la posa di gabbie di armatura o getti di magroni di pulizia, prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di fondazione. Del pari sarà vietata la posa delle tubazioni prima che la stessa Direzione lavori abbia verificato le caratteristiche del terreno di posa e la relativa livelletta.

#### **4.7 Scavi per reti di servizi**

I cavi entro i quali si poseranno le tubazioni-condotte delle rete dei servizi dovranno avere il fondo regolarmente spianato affinché i tubi stessi gli si appoggino in tutta la loro lunghezza.

I cavi dovranno avere la profondità precisa stabilita nei rispettivi profili di progetto delle reti/condotte o quella che verrà fissata all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori; **comunque non inferiore ai limiti prescritti dalla normativa in relazione alla tipologia di servizio (gas, rete elettrica, fibra per telecomunicazioni, ecc.).**

Nei punti ove cadono i giunti delle tubazioni-condotti, si dovranno prevedere delle nicchie sufficienti per poter eseguire regolarmente tutte le operazioni relative alla posa ed alla esecuzione dei giunti stessi.

Nel pareggiamento delle materie fuori dei cavi, si dovranno tenere separate quelle terrose e scegliere quelle che dovranno poi per primo essere riversate e buttate sul fianco del tubo e per almeno cm. 15 al di sopra del medesimo per difenderlo dalle rotture e rinalzarlo solidamente.

Gli scavi da eseguire entro gli abitati o comunque in prossimità di abitazioni, dovranno essere tenuti aperti il minor tempo possibile in modo da dare il minor disturbo ai privati e non interrompere il transito dei veicoli sulle strade.

L'Impresa dovrà provvedere ai necessari puntellamenti, ripari o sbadacchi ed ai passaggi provvisori con tavole od altro per assicurare la libera circolazione dei pedoni o veicoli in piena sicurezza e l'accesso alle case fronteggianti.

In ogni modo, l'Impresa prima di procedere agli scavi per la condotta dovrà accertarsi dello stato delle fondazioni delle case latitanti sospendendo ogni lavoro quando dette fondazioni non siano in buone condizioni e si possano temere danni in occasione dell'esecuzione dei detti scavi. In tali casi l'Impresa ne informerà immediatamente la

Direzione Lavori per stabilire i provvedimenti del caso e frattanto essa dovrà provvedere d'urgenza ai puntellamenti e a quanto altro necessario per evitare danni.

Per quanto riguarda i materiali di risulta provenienti dagli scavi, vale quanto specificato per quanto concerne il trasporto e la movimentazione dei materiali di scavo.

#### **4.8 Interventi di contenimento degli scavi**

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. In ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima. Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbadacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori o del Coordinatore per la sicurezza, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare a suo carico le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

Qualora l'Impresa ritenga necessario variare le dimensioni delle opere finalizzate alla sicurezza, fatta salva l'approvazione dell'Ufficio Direzione Lavori e del CSP, gli oneri derivanti da tale variazione saranno a completo carico dell'Impresa.

## **2.2 – FORMAZIONE CORPO STRADALE E RELATIVE PERTINENZE**

### **Art. 5 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale**

#### **5.1 Piano di posa dei rilevati**

Prima di dare inizio alla formazione dei rilevati si procederà ai lavori necessari per aumentare la portanza del terreno mediante compattamento del piano di posa fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 20, il 90% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Sono a carico dell'Impresa, oltre gli oneri per l'umidificazione od essiccamento delle terre, anche il maggior volume di rilevato corrispondente all'abbassamento del piano di posa per effetto del compattamento.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di deformazione  $M_d$ , determinato con piastra da 30 cm di diametro secondo la norma **CNR 146/92**. Il valore di  $M_d$ , misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico 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> (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti) quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della sovrastruttura è maggiore di 2,0 m;
- 20 N/mm<sup>2</sup> quando la distanza tra il piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della sovrastruttura è compresa tra 1,0 m e 2,0 m;
- 30 N/mm<sup>2</sup> quando la distanza tra il piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della sovrastruttura è compresa tra 0,50 m e 1,0 m;
- **per distanze inferiori a 0,50 m tra il piano di posa del rilevato e il piano di appoggio della sovrastruttura stradale si applicano i requisiti richiesti per il piano di posa della fondazione.**

Qualora la superficie del terreno non dovesse venire intaccata, tutte le buche dei ceppi od altre depressioni analoghe dovranno venire colmate con materiale terreo e compattate prima della costruzioni dei rilevati.

Quando la base dei suddetti rilevati ricada sulla scarpata del rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

#### **5.2 Piano di posa della fondazione stradale**

Nei tratti in trincea o comunque in scavo, anche in presenza di sottofondo di sedime stradale preesistente, nonché alla sommità di un nuovo rilevato, verrà predisposto un piano d'appoggio della nuova fondazione secondo i profili di progetto. Detto piano verrà realizzato mediante compattamento fino a raggiungere in ogni punto, per una profondità di cm. 30, il 95% della densità massima secca della prova AASHO modificata.

Nell'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà tenere conto dell'abbassamento della quota del terreno a seguito della costipazione del terreno stesso, fermo restando che qualora il piano d'appoggio compattato dovesse risultare più basso di quello previsto in progetto il corrispondente maggior spessore dello strato della fondazione stradale sarà a totale carico e spese dell'Impresa.

La portanza dei cassonetti in trincea, ovvero del sottofondo riportato alla luce previa demolizione della vecchia pavimentazione stradale, nonché alla sommità di un nuovo rilevato, sarà controllata dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di deformazione  $M_d$  (CNR 146/92) il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mmq, non dovrà essere inferiore a 50 N/mmq.

### 5.3 Preparazione della massiciata stradale esistente

Nei tratti in cui il piano di posa del rilevato o della fondazione stradale ricadrà sulla massiciata della strada esistente, la superficie di quest'ultima dovrà essere scarificata per una profondità di 10/30 cm. o comunque tale da garantire la maggiore adesione possibile tra il vecchio ed il nuovo materiale.

## Art. 6 – Strati anticapillari

Si definiscono strati anticapillari quegli strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

Vengono utilizzati in modo che assicurino la protezione da infiltrazioni e contaminazioni di materiali fini quali limi ed argille e che interrompano la risalita capillare di acqua specie in zone soggette a gelo.

Gli strati anticapillari in materiale granulare, con spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, possono essere costituiti da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino) o da materiali frantumati o riciclati con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante allo staccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante allo staccio 0,063 mm non superiore al 3%.

Nel materiale devono essere del tutto assenti componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e resti vegetali.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno una prova ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera, con un numero minimo di tre prove. Non sono ammessi scostamenti dei valori dei passanti ai setacci rispetto a quelli previsti.

Successivamente si procederà alla rullatura con rulli statici o dinamici lisci o gommati di peso non inferiore alle 8 tonnellate fino a completa compattazione.

Sul piano di appoggio del rilevato, in associazione allo strato granulare anticapillare, può essere posto uno strato di geotessile non tessuto fornito in rotoli di larghezza la più ampia possibile, in relazione alle modalità di impiego con le seguenti caratteristiche minime:

*100% polipropilene a filo continuo, R.m.t.  $9 > KN/mt$  agglomerato mediante il sistema dell'agugliatura meccanica, stabilizzato ai raggi UV con esclusione di collanti, resine, altri additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura.*

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

*- Massa aerica  $> 125 \text{ gr./mq}$*

*- Resistenza al punzonamento  $> 1400 \text{ N}$ .*

*- Resistenza minima a trazione  $> 9 \text{ KN/mt}$*

*- Deformazione a rottura max 30%*

*- Permeabilità verticale 120-130  $\text{lt/mq} \times \text{sec}$ .*

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso laboratori di fiducia dell'Amministrazione, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

Il piano di stesa del geotessile deve risultare perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.

Inoltre, i teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

## Art. 7 – Materiali per rilevati

Per la formazione dei rilevati si potrà ricorrere ad approvvigionamento da cave o all'utilizzo di materiale riciclato, in questo caso si fa riferimento al relativo articolo di questo Capitolato Speciale d'Appalto "Rilevati eseguiti con materiali riciclati"

Qualora si ricorra a cave saranno ammesse soltanto le terre appartenenti ai gruppi **A1-A2/4-A2/5-A3 della classifica CNR UNI 10006/02 "Costruzione e Manutenzione delle Strade - Tecnica di impiego delle terre"** o in alternativa, ove richiesto, secondo la UNI EN ISO 14688-1-2.

**Per l'ultimo strato di cm 30, che costituirà il piano di posa della fondazione, il materiale apparterrà ai soli gruppi A1, A2/4,A2/5.**

Le cave potranno essere aperte dovunque l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché i materiali da esse prelevati siano costantemente idonei, come dovrà risultare dalla verifiche che la D.L. si riserva di fare eseguire in qualsiasi momento, e purché vengano rispettate le vigenti disposizioni in materia.

I materiali impiegati devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo. Le terre che presentano un contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 5% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

**Le terre da impiegare nella formazione dei rilevati dovranno preventivamente sottoposte a prove di laboratorio per la loro classificazione secondo norme CNR UNI, determinandone inoltre, la densità secca (Proctor modificata), l'umidità ottima, il CBR saturo ed il tenore di sostanze organiche.**

## Art. 8 – Stabilizzazione delle terre con calce e/o cemento

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre argillose con calce/cemento di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

### 8.1 Caratteristiche delle terre da stabilizzare

La stabilizzazione si esegue sulle terre che presentano le seguenti caratteristiche:

**Granulometria:** la terra da stabilizzare può presentare qualsiasi granulometria, a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio delle miscele in laboratorio ed eventualmente, su indicazione DD.LL, in campo prova.

**Indice di plasticità:** tale parametro, determinato secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-12, deve risultare compreso tra 10 e 35. E' ammesso un valore minore della plasticità (ma in nessun caso inferiore a 5) a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio preliminare di laboratorio.

**Contenuto di sostanze organiche:** il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055), deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.

**Contenuto di solfati:** il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e solfuri), determinato secondo la norma UNI 8520 parte 11, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%, mentre in nessun caso, possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1%.

**Determinazione del consumo iniziale di calce:** il consumo immediato di calce, ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi, determinato secondo la norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'2.5%.

**Contenuto di nitrati:** il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1%.

**Valore di blu di metilene (VB):** per essere accettabile una terra deve presentare un valore di blu VB >200 cm<sup>3</sup>, determinato in conformità alla norma UNI EN 933-9. Il terreno, comunque, deve presentarsi privo di humus e radici, nonché libero da corpi estranei ed elementi lapidei di grossa pezzatura.

### 8.2 Leganti

#### Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

- calce aerea idrata in polvere, sfusa o in sacchi
- calce aerea viva macinata sfusa, o in sacchi.

(L'impiego di calce idrata e/o viva confezionata in sacchi, è tollerato solo eccezionalmente per piccoli cantieri, dove l'intervento complessivo di trattamento interessi una superficie inferiore a 2.000 m<sup>2</sup> o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 m<sup>3</sup>).

Nei casi in cui i valori di umidità siano sensibilmente più elevati di quelli ottimali per il costipamento, è preferibile utilizzare la calce viva macinata, grazie al suo effetto essiccante

#### **Cemento**

Nel caso di stabilizzazione mista con calce e cemento possono impiegarsi cementi Portland, pozzolanici o d'alto forno del tipo 32.5.

#### **Acqua**

Eventuale acqua di apporto

### **8.3 Progetto delle miscele**

Nell'ambito del piano particolareggiato delle lavorazioni, è compito dell'Impresa,:

- produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati;
- realizzare, per ogni famiglia di terreno che si intende trattare e per ciascun dosaggio una sperimentazione di campo, per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento.

Una volta accettati dalla Direzione dei Lavori i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce/cemento, mediante ph-metria.

Il progetto delle miscele comprende prove di carattere generale riguardanti l'identificazione dei terreni e dei leganti di apporto e prove specifiche dipendenti dall'obiettivo del trattamento per la determinazione delle formule di dosaggio. Le prove di carattere generale riguardano, in particolare:

- per i terreni: la determinazione della granulometria, dei limiti di consistenza, del contenuto di acqua naturale, dell'eventuale presenza di sostanze organiche nonché della natura mineralogica;
- per i leganti: l'accertamento dei requisiti per essi richiesti (per le calci essenzialmente la granulometria ed il tenore in calce libera). I leganti devono provenire, per quanto possibile, dagli stessi impianti di quelli che si prevede di utilizzare in corso d'opera.

#### **8.3.1 Utilizzazione in rilevato**

In questo caso, le prove specifiche di dosaggio sono riferite alle proprietà che assicurino buone condizioni di posa in opera per le miscele: lavorabilità, compattabilità e sufficiente portanza immediatamente dopo costipamento, al fine di ottenere un supporto di rigidità conveniente nella costruzione degli strati successivi.

Per esaminare la lavorabilità si deve eseguire lo studio delle variazioni dei limiti di consistenza in funzione del dosaggio in calce. Per soddisfare questo requisito occorre che il dosaggio in calce sia non inferiore a quello minimo, aumentando il quale non si hanno significative variazioni del limite di plasticità delle miscele. Per quanto riguarda la portanza, occorre ottenere sulle miscele un indice CBR immediato(\*) maggiore di:

- CBR = 10, per la stabilizzazione di terreni costituenti il piano d'appoggio del rilevato;
- CBR = 15, per gli strati di rilevato.

I dosaggi così determinati possono essere aumentati per tenere conto delle alee costruttive (spandimento, miscelazione, attese prima del costipamento), o per ridurre più energicamente il tenore in acqua del terreno in presenza di umidità naturali elevate.

(\*) Indice CBR determinato subito dopo il confezionamento dei provini, senza preventiva immersione in acqua, compattando le miscele ad energia prossima a quella dell'AASHTO standard, secondo la norma SN 670320b (5 strati, 12 colpi per strato, pestello del peso di 4,54 Kg, altezza di caduta 45,7 cm.)

#### **8.3.2 Utilizzazione in strati di sottofondo**

Oltre ai requisiti richiesti per l'impiego in rilevato, in questo caso si deve tenere conto anche delle sollecitazioni trasmesse dalla pavimentazione durante l'esercizio e delle azioni dell'acqua e del gelo.

Le miscele, compattate come descritto nella nota (\*), devono presentare un indice di portanza CBR, dopo immersione di 4 giorni in acqua, maggiore di 25, al fine di garantire la necessaria portanza a breve termine. La tenuta all'imbibizione va valutata, invece, rapportando la resistenza allo schiacciamento di provini cilindrici che nell'ultima parte del periodo di maturazione sono immersi per 7 giorni in acqua (  $R(x+7i)$  ) rispetto a quella di provini di pari età maturati per tutto il periodo di stagionatura in condizioni protette (  $R(x+7)$  ).

La resistenza all'azione dell'acqua può giudicarsi acquisita allorché detto rapporto risulta:

$$R(x+7i)/ R(x+7) > 0.8$$

Per valutare la resistenza al gelo, dopo un periodo di maturazione in condizioni protette, in modo tale che il campione non perda umidità, i provini vengono immersi un giorno in acqua a 20°C e, successivamente, sottoposti a 13 cicli di gelo-disgelo (16 ore di gelo a -5°C, 8 ore di disgelo a +20°C). La resistenza all'azione del gelo è ritenuta soddisfacente, se risulta:

$$R(x+7i+13g)/ R(x+14i) > 0.8$$

#### **8.4 Modalità di esecuzione dei lavori**

E' preferibile che i processi di fabbricazione delle miscele si svolgano nei luoghi di estrazione (scavi di trincea o cave di prestito). Il trattamento nei luoghi d'impiego non presenta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati e dei sottofondi di trincea), mentre, nella formazione di rilevati, bisogna curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo di stabilizzazione.

In genere, il trattamento prevede le seguenti fasi operative:

- scasso del terreno con appositi aratri o scarificatrici, per tutto lo spessore da trattare (non superiore a 30/35 cm);
- frantumazione delle zolle con erpici a disco oppure con frese (pulvimixer), per rendere la superficie sufficientemente regolare, prima dello spandimento del legante;
- eventuale apporto d'acqua, qualora fosse necessario aumentare l'umidità della terra;
- spandimento del legante mediante adatte macchine spanditrici. Tale operazione deve essere effettuata esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa. Fino a quando la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante non sia stata completamente miscelata, potrà essere attraversata solo dai mezzi adibiti alla miscelazione. Le spanditrici devono essere munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità di avanzamento: il quantitativo di legante, necessario al trattamento dell'intero strato, deve essere distribuito in maniera uniforme sulla superficie, prevedendo che ad ogni passaggio della spanditrice non debba essere distribuito più del 2% in peso rispetto alla massa di terra da trattare;
- miscelazione della terra con macchine ad albero orizzontale rotante (pulvimixer), o con erpici a dischi, che permettano una miscelazione omogenea del legante e del terreno sullo spessore considerato. Dalla natura del terreno trattato e dal suo grado di umidità dipenderà il numero di passate. Si deve garantire un sufficiente sbriciolamento della terra, fino ad ottenere una colorazione uniforme ed una dimensione massima delle zolle non superiore a 40 mm per le bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati, di 30 mm per gli strati di rilevato e di 20 mm per gli strati di sottofondo. Nel caso di miscela per strati di rilevato si deve, inoltre, verificare che l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, risulti passante al staccio con apertura di 5 mm.

La compattazione del materiale trattato deve essere eseguita evitando attese eccessive che portano ad un decadimento delle prestazioni meccaniche a medio e lungo termine delle miscele.

Pertanto, l'Impresa non dovrà porre in essere, nell'organizzazione dei lavori, attese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attese prolungate devono essere allontanate a cura e spese dell'Impresa.

Per gli strati di sottofondo la stesa del materiale deve essere effettuata soltanto mediante motolivellatrici. Per la compattazione si devono utilizzare rulli a piedi costipanti o rulli gommati. Il costipamento deve essere spinto fino ad ottenere per il grado di addensamento i livelli indicati in progetto e/o da prove preliminari. Le operazioni di trattamento e di posa in opera della terra stabilizzata devono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua del terreno naturale e delle miscele terra calce. Le operazioni vanno sospese se la temperatura ambiente scende sotto i 7 °C.

#### **8.5 Controlli di esecuzione**

Il controllo in corso d'opera del dosaggio in calce viene eseguito sia valutando la quantità in peso di legante raccolta entro teli di superficie nota, stesi sull'area da trattare, sia verificando lo spessore dello strato interessato dal trattamento mediante aste metalliche. La verifica del dosaggio deve essere effettuata per ciascuno strato nella misura di una presa per ogni 1000 m<sup>3</sup> di miscela. La dimensione massima delle zolle e la bontà della miscelazione vengono valutate mediante staccatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata viene valutata mediante l'esame della colorazione delle miscele ed, eventualmente, mediante misure di pH su campioni prelevati nella massa dello strato a differenti profondità. Le misure di pH per il controllo del dosaggio in calce sono effettuate con frequenza di una prova ogni 2.000 m<sup>3</sup> di materiale trattato. L'ubicazione dei prelievi e delle prove è scelta ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori.

A discrezione della Direzione dei Lavori, sugli strati finiti possono essere effettuate:

- prove con piastra per valutare il modulo di deformazione Md (CNR 146/92) al tempo t = 0; t = 24 ore; t = tre giorni; t = sette giorni;
- prove di deflessione, operando con mezzi ad elevato rendimento, che consentano la determinazione del modulo elastico dinamico (Med);
- prove di densità in situ al tempo t = 0; t = 24 ore; t = tre giorni; t = sette giorni (CNR B.U. 22);
- prova CBR in situ al tempo t = sette giorni (ASTM D4429-93).

In questi casi, i valori di riferimento devono essere quelli stabiliti nel corso delle prove preliminari di campo, tenuto conto della destinazione dello strato e della stagionatura (età) delle miscele. In linea generale, salvo diversa indicazione della DD.LL, si intendono prescritti comunque i seguenti valori minimi:

Md (tempo 3 giorni)  $\geq$  40 MPa  
Md (tempo 7 giorni)  $\geq$  60 Mpa

## **Art. 9 – Formazione dei rilevati**

Prima di iniziare la formazione dei rilevati, l'Impresa dovrà ottenere dalla D.L. l'approvazione della preparazione del piano di posa dei rilevati stessi, dimostrando, a mezzo delle prove eseguite da un laboratorio riconosciuto, l'avvenuta ottemperanza a quanto prescritto nel presente Capitolato Speciale d'Appalto in riferimento a "Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale".

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata da erbe, canne, radici, e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato, in strati di spessore proporzionato alla natura del materiale ed alla potenza e peso dei mezzi costipanti usati, in ogni caso non dovrà superare i cm. 30 di spessore sciolto e verrà stesa con la pendenza necessaria, non inferiore al 2%, ma mai superiore al 4%, onde permettere un rapido smaltimento delle acque piovane.

Qualora nella formazione del rilevato venissero impiegati materiali rocciosi o trovanti, dovranno essere stesi a strati ben livellati, disposti con la pendenza necessaria al rapido smaltimento delle acque piovane, ma non superiore al 4%, lo spessore di ogni singolo strato non potrà superare comunque i 30 cm. I materiali di più grande pezzatura verranno collocati negli strati inferiori del rilevato e nella parte inferiore di ogni singolo strato, in modo da ottenere una regolare variazione nella granulometria, procedendo dal basso verso l'alto. I vuoti esistenti tra blocco e blocco dovranno essere riempiti accuratamente con elementi più piccoli, così da ottenere per ogni strato finito una massa bene assestata, compatta e solida. Lo strato dello spessore di 30 cm. sottostante lo strato di fondazione della sovrastruttura, dovrà essere composto da detriti di dimensione non superiore ai 10 cm.

Nel caso in cui il materiale sia costituito da elementi rocciosi frammisti a terra, la D.L. potrà consentire l'impiego per la formazione del rilevato a patto che gli elementi rocciosi vengano uniformemente distribuiti nella massa, e gli interstizi riempiti con materiale più minuto così da costituire strati bene assestati, densi e compatti.

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre, anche se appartenenti ad uno dei tipi A1, A2-4, A2-5, A3 della classificazione di cui alla Norma UNI 10006/2002. Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati.

Il piano particolareggiato delle lavorazioni, da presentare a cura dell'Impresa Appaltatrice, indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali (appartenenti ad uno dei gruppi prima citati) per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contro-nucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo. Ogni singolo strato di materiale di rilevato dovrà venire umidificato o areato fino ad un tenore di umidità ottimo, uniforme, suscettibile di garantire il massimo costipamento, prima di venire accuratamente costipato con attrezzature approvate dalla D.L.

L'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di massa volumica, di portanza e prestazionali richiesti per gli strati finiti, nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori. Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea (rulli lisci statici, rulli lisci vibranti, rulli gommati, rulli a piedi costipanti) ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHTO Mod. (CNR B.U. n.69/78). L'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata, per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare, secondo le modalità previste nel piano particolareggiato delle lavorazioni. Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare

rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fino e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, peso, pressione di gonfiaggio dei pneumatici, frequenza di vibrazione, ecc.), gli spessori degli strati ed il numero di passaggi devono rispettare le condizioni stabilite nel suddetto programma. In ogni caso l'efficacia del processo ed il conseguimento degli obiettivi restano nell'esclusiva responsabilità dell'Impresa.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

L'impiego di mezzi costipanti dovrà conferire ai singoli strati di terra un valore della densità secca uguale o superiore al 90% della densità massima AASHO modificata. Ogni strato dovrà avere i requisiti di costipamento e di umidità richiesti prima che venga messo in opera lo strato successivo.

Per gli ultimi cm. 30 di rilevato, che dovranno direttamente sopportare lo strato di fondazione, si dovrà ottenere, prima che abbia inizio la stesa dello strato stesso, una densità secca non inferiore al 95% della densità massima AASHO modificata.

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di deformazione  $M_d$ , secondo la norma CNR 146/92 e determinato con piastra di cm 30 di diametro, il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 0,25 e 0,35 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Per i terreni medi e scadenti l'umidità di costipamento verrà fissata di volta in volta dalla D.L. con particolare riferimento al limite di ritiro per le masse o gli strati che possono facilmente subire l'azione dannosa degli agenti atmosferici.

Nella formazione dei rilevati si riserveranno agli strati superiori le migliori terre disponibili.

Nei riempimenti di cavi o canali che rimanessero a tergo o di fianco ai manufatti, il materiale da rilevato sarà costituito da materie scelte, silicee o ghiaiose, verrà posto in opera con particolare cura in strati successivi (circa 15 cm.) e costipato con attrezzo meccanico idoneo fino ad ottenere in ogni caso il 95% della densità massima AASHO modificata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere epurato delle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Nella formazione del rilevato si dovrà procedere in modo che, a lavoro ultimato, la sagoma e le livellette altimetriche risultino conformi ai disegni ed alle quote stabilite dal progetto.

L'Impresa dovrà fornire alla D.L. ogni mc. 5000 di rilevato in opera i risultati delle prove in sito relative alla umidità, densità, C.B.R., modulo di deformazione etc, risultati che dovranno essere conformi a quanto prescritto nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e che la D.L. potrà controllare in qualsiasi momento lo ritenga opportuno.

La sistematica e tempestiva protezione delle scarpate deve essere garantita mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore che andrà sistemato a strisce orizzontali e sarà opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si devono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

Si dovrà ripetere la semina fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

L'Impresa dovrà provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese, qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta. Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Per tale scopo, le superfici, ben livellate e compattate, devono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 4%.

Qualora nei rilevati si dovessero verificare dei cedimenti differenziali dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre, lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati. E' prudente, in questo caso, ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza. <sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Sopprimere le parti evidenziate in verde qualora non siano previste tali lavorazioni nel Progetto

## **Art. 10 – Modalità di esecuzione di scarpate in rilevato e in scavo**

Le scarpate dei rilevati avranno l'inclinazione indicata nelle sagome di progetto oppure quelle di diversa inclinazione che risulterà necessaria in sede esecutiva, in relazione alla natura e consistenza dei materiali coi quali si dovranno formare i rilevati.

Altrettanto dicasi per le scarpate previste o che risulterà necessario in sede esecutiva di assegnare, per i tratti da tagliare in trincea o a mezza costa.

Resta comunque rigorosamente stabilito che ogni variazione da apportare al progetto con riferimento alle scarpate dovrà essere prescritta di volta in volta mediante regolari ordini di servizio.

Pertanto, mentre l'Impresa resta obbligata a provvedere agli ulteriori tagli che le venissero ordinati per raggiungere l'inclinazione ritenuta più opportuna in sede esecutiva, anche se questa inclinazione fosse minore di quella eventualmente prevista in progetto, senza che essa possa accampare diritti o pretese di compensi oltre il pagamento dei maggiori tagli ordinati coi prezzi di Elenco relativi, nessuna liquidazione quantitativa e quindi nessun pagamento le verrà fatto per maggiori scavi che essa avesse eseguito arbitrariamente, senza ulteriore e diverso ordine scritto della D.L. oltre la linea di inclinazione delle scarpate prevista in progetto oppure fissata in sede esecutiva.

## **Art. 11 – Terra rinforzata**

Si ottengono inserendo, fra gli strati di un rilevato, elementi resistenti a trazione, di tipo monodirezionale (armature metalliche, generalmente piatte) oppure bidirezionale (geotessili, reti metalliche, geogriglie, ecc.).

Il rilevato in terra rinforzata sarà realizzato con paramento a vista inclinato rispetto all'orizzontale, costituito da strati alternati di geogriglia d'armatura e di terre fornite a piè d'opera con idonee caratteristiche geomeccaniche. La scarpata di tale manufatto sarà contenuta da un cassero di guida e di appoggio in rete metallica elettrosaldata e da una stuoia in fibre vegetali e/o sintetiche in grado di contenere il terreno e trattenere la semina che, germinando, renderà il paramento in vista completamente vegetato.

La compattazione di detti materiali deve rispettare quanto previsto per ciò che concerne i rilevati.

### **Geogriglie**

Posa in opera di geogriglie monoassiale adatta per il rinforzo dei terreni, costituita da nastri estrusi di poliestere altamente orientati. Non saranno consentiti rinforzi di tipo tessuto di nessun genere. Le geogriglie monorientate saranno costituite da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, biologica e fisica e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo. La geogriglia deve garantire la capacità di assorbimento delle forze di confinamento del terreno. La geogriglia deve essere risvoltata sulla facciata, all'interno dei casseri guida, senza essere collegata in alcun modo a questi ultimi.

La scelta della geogriglia monorientata di rinforzo è determinata progettualmente in funzione dell'altezza del rilevato da realizzare e delle caratteristiche geomeccaniche delle terre da utilizzare. Riferendosi alla previsione progettuale le caratteristiche tecniche della geogriglia da utilizzare sono le seguenti:

- Polimero PET;
- Allungamento medio non superiore al 6%;
- Resistenza alla deformabilità del 2% e del 5% di allungamento medio non inferiore a 68 KN/m e 121 KN/m;
- Per una durata di 120 anni la geogriglia al 5% di deformazione dovrà presentare una resistenza ultima a trazione pari o superiore al 50% della resistenza nominale;
- Resistenza a trazione (valore nominale): 200 KN/m.

### Posa in opera ed elementi costitutivi della geogriglia di progetto

1. Livellamento e compattazione del piano di posa;
2. posizionamento e fissaggio di casseri metallici opportunamente sagomati costituiti da rete metallica elettrosaldata con maglia 20 cm x 20 cm e filo F8mm e corredati di distanziatori e picchetti;
3. posa delle geogriglie monorientate di rinforzo come da specifiche di progetto lasciando temporaneamente esterna al cassero la porzione di geogriglia da risvoltare della lunghezza minima di 2 m;
4. posa in opera di geocomposito di paramento con funzione di trattenimento del terreno vegetale e base di appoggio per il substrato di rinverdimento. Costituito da telo di poliestere strutturato a maglie di mm 2 x 4 addensato con fibre di polipropilene aggrottate. E' imputrescibile, atossico, stabile agli UV, agli alcali, ai batteri, alle piogge acide, non propaga la fiamma e resiste alla bruciatura delle sterpaglie (classe V2 svizzera). Massa per unità di superficie 160 gr/m +/- 5%.

- Resistenza a rottura > 13 kN/m;
5. Stesa del terreno di riempimento in strati di spessore di 60 cm, stesi e compattati in duplice tornata con spessore di 30 cm fino ad una compattazione non inferiore al 95% dello standard Proctor;
  6. Risolto e fissaggio al terreno della geogriglia precedentemente tenuta esternamente al cassero;
  7. ripetizione delle fasi 2 e 6 fino a completamento dell'opera;
  8. idrosemina della facciata.

### Art. 12 – Rilevati eseguiti con materiali riciclati

Le miscele di materiali riciclati provenienti da scarti, sia prevalentemente edilizi, sia anche industriali, devono rispettare i requisiti indicati nella successiva Tabella 1 nel caso di aggregati da costruzione e demolizione, ovvero nella Tabella 2 se si tratta di inerti provenienti prevalentemente da scarti di attività industriali. Ai fini del loro impiego l'Impresa è tenuta a predisporre, per ogni lotto di materiale, la qualificazione dello stesso tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio specializzato.

**Tabella 1 Aggregati da costruzione e demolizione per il corpo dei rilevati**

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Calcestruzzo, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	UNI EN 13285 Appendice A	> 70% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 25% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Terre di fonderia, scorie d'altoforno, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 15% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,3% in massa
Altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,6% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤ 6%
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1	> 85% in massa
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 25% in massa
Dimensione massima $D_{max}$	Misura diretta	140 mm
Trattenuto setaccio 63 mm	Frantumazione	Assenza di vuoti interni

**Tabella 2 - Scarti industriali per il corpo dei rilevati**

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Terre esauste o di fonderia, scorie d'altoforno, ceneri volanti, silicati, carbonati e idrati di calcio	UNI EN 13285 Appendice A	> 70% in massa
Sfridi di argilla espansa, frammenti di mole abrasive, conchiglie e altri materiali inerti	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 20% in massa
Metalli, guaine, gomme, lana di vetro, lana di roccia, materiali deperibili o cavi, residui alimentari, gesso	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 1% in massa
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤ 4%
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1	> 85% in massa
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1	≤ 60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	≤ 25% in massa
Dimensione massima $D_{max}$	UNI EN 933-1	140 mm

## 2.3 - OPERE EDILI E STRUTTURALI – MANUFATTI STRADALI

### Art. 13 – Malte

#### Generalità

Si richiamano le seguenti norme :

**UNI EN 998-1** -Specifica per malte per opere murarie. Malte per intonaci interni ed esterni.

**UNI EN 998-2** -Specifica per malte per opere murarie. Malte da muratura.

**UNI EN 934-3 - 4 - 6** Additivi per calcestruzzi, malte e malte per iniezione. Additivi per malte per opere murarie. P.3 – Definizioni, requisiti, conformità, marcatura ed etichettatura.

#### 13.1 Composizione delle malte

##### 13.1.1 Malte comuni, idrauliche, cementizie, pozzolaniche – Malte bastarde

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte in argomento dovranno corrispondere, salvo diversa specifica normativa di settore, alle proporzioni riportate in Tab. 63.

Le malte da muratura dovranno garantire prestazioni adeguate al loro impiego, in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche, e dovranno essere dotate di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea EN 998-2 (Marcatura CE) e smi. Dette prestazioni meccaniche sono definite mediante la resistenza media a compressione delle malte, secondo la Tab. 62 riportata. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza media inferiore a 1 N/mm<sup>2</sup>.

**TAB. 62 - Classe di malte (d = dichiarata dal produttore e > 20 N/mm<sup>2</sup>)**

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	Md
Resistenza a compressione N/mm <sup>2</sup>	2,5	5	10	15	20	d

**TAB. 63 - Composizione delle malte comuni, pozzolaniche e bastarde (riferite a 1 m<sup>3</sup> di inerte)**

Tipo di MALTA	QUALITÀ E IMPIEGHI (*materiali vagliati)	Riferimento	Calce spenta in pasta	Calce idraulica in polvere	Pozzolana	Cemento 325	Polvere di marmo	Sabbia
		N.	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(kg)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Malta comune	Magra per murature	1	0,33					1,00
	Grassa per murature	2	0,40					1,00
	Per opere di rifinitura	3	0,50					1,00*
	Per intonaci	4	0,66					1,00*
Malta idraulica	Magra per murature	5		300				1,00
	Grassa per murature	6		400				1,00
	Per opere di rifinitura	7		450				1,00*
	Per intonaci	8		550				1,00*
Malta cementizia	Magra per murature	9				300		1,00
	Grassa per murature	10				400		1,00
	Per opere di rifinitura	11				500		1,00*
	Per intonaci	12				600		1,00*
Malta pozzolanica	Grossa	13	0,20		1,00			Per murature a sacco Per murature ordinarie Per murature in laterizi Per intonaci
	Mezzana	14	0,24		1,00			
	Fina	15	0,33		1,00			
	Colla di malta fina	16	0,48		1,00			
Malta bastarda cementizia	Media comune	17	0,30			100		1,00
	Energica comune	18	0,30			150		1,00
	Media idraulica	19		300		100		1,00
	Energica idraulica	20		200		200		1,00
Malta per stucchi	Normale	21	0,50				1,00	
	Colla di stucco	22	1,00				1,00	

### 13.1.2 Malte espansive (antiritiro)

Saranno ottenute con impasto di cemento classe 325, sabbia ed un particolare additivo costituito da un aggregato metallico catalizzato agente come riduttore dell'acqua di impasto. La sabbia dovrà avere granulometria corrispondente alla curva di massima compattezza; le proporzioni dei componenti saranno di 1 : 1 : 1 in massa.

Le malte in argomento, qualora non confezionate in cantiere, potranno essere fornite come prodotto industriale, in confezioni sigillate, opportunamente certificate dal produttore con riferimento al sistema di marcatura CE<sup>29</sup>. Si richiamano le norme:

**UNI 8993** - Malte espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (+F. A1).

**UNI 8494** - Idem. Controllo dell'idoneità (+F. A1).

## Art. 14 – Conglomerati cementizi

### 14.1 Conglomerati cementizi (Calcestruzzi) normali e pesanti

#### Generalità

I conglomerati da adoperarsi per opere di qualsiasi genere, sia in fondazione che in elevazione, dovranno essere confezionati secondo le prescrizioni di progetto e le disposizioni impartite dal Direttore dei lavori. In particolare i conglomerati destinati a opere strutturali dovranno essere confezionati secondo le norme tecniche emanate con **D.M. 17 Gennaio 2018** ("Norme Tecniche") il quale, al capitolo 11, richiama anche la norma UNI EN 13670-1 (Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni). In linea generale comunque, per i conglomerati cementizi, dovrà essere rispettata la seguente normativa di base (e successivi aggiornamenti):

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

**UNI 11104** - Idem. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

L'impiego dei conglomerati cementizi dovrà sempre e comunque essere preceduto da uno studio preliminare della miscela, con relative prove di qualificazione, sia sui materiali da impiegare che sulla composizione degli impasti, e ciò allo scopo di determinare, con sufficiente anticipo e mediante certificazione di laboratorio, la migliore formulazione atta a garantire i requisiti richiesti dal progetto e dal contratto. Questo anche con riferimento alla durabilità per la quale si richiamano le norme UNI 8981-1 ÷ 7 e in particolare:

**UNI 8981-7** - Durabilità delle opere e manufatti di calcestruzzo. Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo.

#### 14.1.1 Leganti

Per i conglomerati oggetto delle presenti norme dovranno impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia. Si richiamano peraltro, specificatamente, le disposizioni di cui alle "Norme Tecniche" nonché quelle riportate nel presente Capitolato.

#### 14.1.2 Inerti – Granulometria e miscele

Specifiche secondo quanto stabilito al cap.11 delle superiori "Norme Tecniche". Le caratteristiche e la granulometria dovranno essere preventivamente studiate, in rapporto alla dimensione massima prescritta per gli inerti, e sottoposte all'approvazione della Direzione dei lavori.

Le miscele degli inerti, fini e grossi, in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità) che in quello indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.). La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo compatibilmente con gli altri requisiti richiesti (Fuller, Bolomey, ecc.).

La dimensione massima dei grani dell'inerte dovrà essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto tenendo conto della lavorabilità, dell'armatura metallica e relativo copriferro, della carpenteria, delle modalità di getto e dei mezzi d'opera. In particolare:

---

<sup>29</sup> Sarà consentito quindi l'impiego di malte premiscelate pronte all'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante la classe della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Ove il tipo di malta non dovesse rientrare tra quelli previsti dalla norma, il fornitore dovrà certificare anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

- non dovrà superare 1/4 della dimensione minima delle strutture;
- nei conglomerati armati dovrà essere minore della distanza tra le barre d'armatura meno 5 mm (a meno che non si adotti il raggruppamento delle armature);
- non dovrà superare 1,3 volte lo spessore del copriferro (v. UNI 8981/5).

L' idoneità dell' inerte sarà verificata su prelievi rappresentativi della fornitura.

Con riferimento alla normativa UNI 8520, gli inerti dovranno essere di categoria A UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza caratteristica non inferiore a 30 MPa (30 N/mm<sup>2</sup>); potranno essere di categoria B UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza fino a 30 MPa e di categoria C UNI 8520-2 per conglomerati con resistenza non superiore a 15 MPa. L' aggregato in frazione unica potrà essere utilizzato solo nel calcestruzzo di classe di resistenza  $\leq$  C 12/15.

Qualora gli inerti fossero suscettibili di attacco da parte degli alcali (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O), essi verranno sostituiti. In alternativa saranno seguite le prescrizioni di cui alla UNI 8520/22.

#### 14.1.3 Acqua

L' acqua da adoperarsi per gli impasti dovrà avere le caratteristiche riportate nel presente Capitolato. Si richiama anche, per quanto compatibile, la norma UNI 8981-7.

#### 14.1.4 Cloruri

Il contenuto di ioni cloro (Cl) nel calcestruzzo non dovrà superare il valore dell' 1% in massa del cemento per calcestruzzo normale, dello 0,4% per calcestruzzo armato e dello 0,2% per calcestruzzo armato precompresso (classi rispettive: Cl 1,0; Cl 0,4; Cl 0,2)<sup>30</sup>.

#### 14.1.5 Additivi

Gli additivi eventualmente impiegati devono essere conformi alle norme e prescrizioni riportate al punto 100.5 del presente Capitolato. La quantità degli stessi non dovrà superare la misura di 50 g/kg di cemento né dovrà essere minore di 2 g/kg di cemento nella miscela (salvo preventiva dispersione nell' acqua di impasto). La quantità di additivo liquido che superi la misura di 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo dovrà essere considerata nel calcolo del rapporto acqua/cemento (a/c). Dovranno in ogni caso tenersi in considerazione le istruzioni di impiego fornite dal produttore<sup>31</sup>.

Nel cemento armato normale o precompresso, e comunque nei conglomerati inglobanti inserti metallici, è fatto divieto di impiegare cloruro di calcio o additivi a base di cloruri.

#### 14.1.6 Aggiunte

Allo scopo di ottenere particolari proprietà del calcestruzzo, potranno venir prese in considerazione od ordinate aggiunte di materiale inorganico che potrà essere di tipo inerte (tipo I) o di tipo pozzolanico o ad attività idraulica latente (tipo II). Tra le aggiunte di tipo I saranno considerati idonei i filler conformi alla UNI EN 12620 ed i pigmenti conformi alla UNI EN 12878; tra quelle di tipo II, le ceneri volanti conformi alla UNI EN 450 ed i fumi di silice conformi alla UNI EN 13263. Per l' utilizzo delle aggiunte si richiamano comunque i punti 5.2.5 della UNI EN 206-1 e 4.2 della UNI 11104.

#### 14.1.7 Composizione del conglomerato

La composizione del conglomerato cementizio, in funzione delle proprietà richieste al prodotto sia in fase di getto che a indurimento avvenuto, sarà determinata attraverso opportuno " *mix-design* " che potrà essere di tipo semplice<sup>32</sup> o complesso<sup>33</sup> a seconda della quantità dei requisiti da conferire alla miscela.

<sup>30</sup> V. comunque il prospetto 10 della UNI EN 206-1.

<sup>31</sup> I calcestruzzi con classe di consistenza  $\geq$  S4, V4, C3 o  $\geq$  F4 saranno di norma confezionati con additivi superfluidificanti.

<sup>32</sup> Il " *mix-design* " è semplice quando è necessario convertire in termini di composizione del calcestruzzo i seguenti requisiti: la resistenza caratteristica, la lavorabilità, il tipo di cemento e il diametro massimo dell' inerte.

### 14.1.8 Impasto del conglomerato

L'impasto del conglomerato dovrà essere effettuato con impianti di betonaggio, certificati in controllo di qualità del processo, forniti di dispositivi di dosaggio e contatori tali da garantire un accurato controllo della quantità dei componenti e delle miscele.

### 14.1.9 Conglomerati a prestazione garantita

Saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*, con notazioni di cui al punto 6.2.3 della UNI EN 206-1. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla norma citata; la classe di resistenza a compressione, la classe di esposizione; la dimensione massima nominale dell'aggregato; la classe di contenuto in cloruri. Inoltre per il calcestruzzo leggero e per quello pesante, rispettivamente: la classe di massima volumica ed il valore di riferimento.

TAB. 65 - Classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante (UNI EN 206-1 – UNI 11104)

CLASSE DI RESISTENZA CARATTERISTICA A COMPRESSIONE													
molto bassa		bassa			media					molto alta			
C 8/10	C 12/15	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 32/40	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 55/67	C 60/75	C 70/85
NOTA: Nella superiore classificazione il primo numero indica la resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck}$ , cyl (MPa) e il secondo la resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck}$ , cube (MPa)													

Per i requisiti aggiuntivi potranno essere richiesti (e l'Appaltatore dovrà garantirli): tipi o classi speciali di cemento; tipi o classi speciali di aggregato; caratteristiche di resistenza al gelo-disgelo (es. il contenuto d'aria); temperatura dell'impasto fresco alla consegna; modo di sviluppo della consistenza (v. prosp. 12 della UNI EN 206-1); sviluppo del calore in idratazione; presa ritardata; resistenza alla penetrazione dell'acqua, all'abrasione e alla trazione indiretta ed altri requisiti.

### 14.1.10 Conglomerati a composizione

Anche tali conglomerati saranno caratterizzati da *requisiti di base* e da eventuali *requisiti aggiuntivi*. Per i requisiti di base l'Appaltatore dovrà garantire: la conformità alla UNI EN 206-1; il dosaggio di cemento; il tipo e la classe di resistenza del cemento; il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe; il tipo, le categorie ed il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato (nel caso del calcestruzzo leggero oppure pesante, anche la massa volumica massima o rispettivamente minima dell'aggregato); la dimensione massima nominale dell'aggregato; il tipo e la quantità di additivo o di aggiunte, se impiegati, e la relativa provenienza. Per i requisiti aggiuntivi si rimanda al punto precedente.

### 14.1.11 Conglomerato a composizione normalizzata

Da utilizzarsi unicamente per conglomerati con classi di resistenza a compressione di progetto  $\leq$  C 16/20, dovrà rispondere alla specifica di cui al punto 6.4 della UNI EN 206-1.

### 14.1.12 Requisiti di durabilità

Qualora per particolari condizioni climatiche ed ambientali o per condizioni di esercizio particolarmente gravose in rapporto ai tipi di esposizione classificati in Tab. 66 si rendesse necessario garantire anche la *durabilità* del conglomerato, questo dovrà soddisfare, oltre ai requisiti riportati in Tab. 69, anche i seguenti:

- La resistenza ai cicli di gelo/disgelo, determinata secondo UNI 7087, dovrà essere tale che dopo 300 cicli le caratteristiche del conglomerato soddisfino i seguenti requisiti: variazione del modulo di elasticità dinamico, in riduzione, minore del 20%; espansione lineare minore dello 0,2%; perdita di massa minore del 2%.
- Il coefficiente di permeabilità "k" non dovrà essere superiore a  $10^{-9}$  cm/s prima delle prove di gelività ed a  $10^{-8}$  cm/s dopo dette prove.
- Il fattore di durabilità, come definito dalla UNI 7087, dovrà essere elevato.

<sup>33</sup> Il "mix-design" è complesso quando oltre ai quattro requisiti di cui alla superiore nota esistono altri requisiti quali: la durabilità, il ritiro, ecc.

TAB. 66 - Classi di esposizione riferite alle condizioni dell'ambiente. Esempi informativi

CLASSE	AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI
<b>Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Ambiente molto asciutto	Calcestruz. non armato: tutte le esposizioni tranne gelo o attacco chimico. Interno di edifici asciutti
<b>Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
XC1 XC2 XC3 XC4	Asciutto o sempre bagnato Bagnato. Di rado asciutto Umidità moderata Ciclicam. asciutto o bagnato.	Interno di edifici con umidità molto bassa. Calcestruzzo armato con superfici all'interno o immerse. Strutture di contenim. liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato immerso in acqua o terreno normale. Calcestruzzo armato in esterni, con superfici esterne riparate da pioggia o in interni. Calcestruzzo armato in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto e umido. Calc. a vista.
<b>Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>		
XD1 XD2 XD3	Umidità moderata Bagnato, di rado asciutto Ciclicamente asciutto o bagnato	Calcestruzzo armato in ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenenti cloruri. Calcestruzzo armato per strutture immerse in acqua contenente cloruri (piscine). Elementi strutturali soggetti ad agenti disgelanti anche da spruzzi. Parti di ponti. Parcheggi auto.
<b>Corrosione indotta da acqua di mare</b>		
XS1 XS2 XS3	Esposto a salsedine di mare Permanentemente sommerso Esposto a spruzzi o a marea	Calcestruzzo armato in strutture sulle coste o in prossimità. Strutture marine completamente immerse in acqua. Elementi strutturali esposti alla battigia, agli spruzzi di acqua marina ed alle onde.
<b>Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti</b>		
XF1 XF2 XF3 XF4	Moderata saturazione d'acqua idem con agente disgelante Elevata saturaz. d'acqua idem con agente disgelante	In assenza di agente disgelante: superfici di calc., verticali e non, esposte a pioggia, acqua e gelo. Elementi come parti di ponte esposti agli agenti disgelanti. In assenza di agente disgelante: superfici orizzontali di edifici bagnabili e soggette a gelo. Pavimentazioni di strade esposte a bagnato, al gelo e all'azione degli agenti disgelanti.
<b>Attacco chimico</b>		
XA1, XA2, XA3	Industriale	Strutture in posti debolmente, moderatamente o fortemente aggressivi: acque reflue, terreni, fumi, ecc.

In ambienti particolarmente aggressivi, in presenza di salsedine marina, atmosfere industriali, ecc. sarà altresì posta particolare cura perché oltre alle indicazioni esposte nella Tab. 69 vengano osservate anche le seguenti prescrizioni<sup>34</sup>:

- L'acqua degli impasti dovrà essere assolutamente limpida, dolce ed esente da solfati e cloruri anche in piccola percentuale.
- Gli inerti dovranno essere opportunamente lavati con acqua dolce ed avere granulometria continua.
- In ambiente umido o marino soggetto a gelo il volume minimo di aria inglobata sarà del 3÷4% per aggregati con diametro massimo di 32 mm, del 4÷5% per aggregati con  $D_{max}$  di 16 mm e del 5÷6% per aggregati con  $D_{max}$  di 8 mm.
- In ambiente marino o chimicamente aggressivo, soggetto a gelo, dovrà impiegarsi cemento resistente ai solfati (riferimenti e prove UNI 9156 e 10595) qualora il contenuto degli ioni solfato sia maggiore di 500 mg/l (per impiego con acqua nel terreno) e di 3000 mg/kg (per impiego nel terreno secco). Per i metodi di prova si farà riferimento alla ISO 4316 per il pH, alla ISO 7150-1 per gli ioni ammonio, alla ISO 7980 per gli ioni magnesio e alla EN 196-2 per gli ioni solfato.

TAB. 67 - Agenti aggressivi. Gradi di attacco (v. Prosp. 2 UNI EN 206-1)

AGENTE	GRADI DI ATTACCO		
	debole	moderato	forte
Acqua nel terreno			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
CO <sub>2</sub> aggressiva (mg CO <sub>2</sub> /l)	15-40	40-100	> 100
ioni ammonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	15-30	30-60	60-100
ioni magnesio (mg MG <sup>2+</sup> /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l)	200-600	600-3000	3000-6000
<b>Terreno secco</b>	<b>XA1</b>	<b>XA2</b>	<b>XA3</b>
ioni solfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg di terreno seccato all'aria)	2000-3000	3000-12000	> 12000

TAB. 68 - Tipi di attacco e gradi di rischio

Umidità relativa U <sub>r</sub> del calcestruzzo	Reazione di carbonatazione	Corrosione dell'acciaio nel calcestruzzo		Cicli di gelo e disgelo	Attacco chimico
		●	■		
molto bassa < 45%	1	0	0	0	0
bassa 45%-65%	3	1	1	0	0
media 65%-85%	2	3	3	0	0
alta 85%-98%	1	2	3	2	1
satura	0	1	1	3	3
0 = rischio trascurabile		1 = rischio modesto;			
2 = rischio medio		3 = rischio alto			
● = calcestruzzo carbonatato		■ = calcestruzzo con cloruri			

<sup>34</sup> V. anche l'Appendice J (Metodi di progetto delle miscele di calcestruzzo basate sulle prestazioni per il rispetto della durabilità) della norma UNI EN 206-1 ed il punto 70 del presente Capitolato. Per la durabilità delle opere e degli elementi prefabbricati v. anche le norme della serie UNI 8981 (1÷8).

TAB. 69 - Durabilità. Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo in rapporto alle classi di esposizione

REQUISITI	ATTACCHI																	
	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione della armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
XS1	XS2						XS3	XD1	XD2	XD3								
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	C35/40	C35/40	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/m <sup>3</sup> )		300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													3,0					
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati		

#### 14.1.13 Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione in termini di resistenza

Per le opere soggette alla disciplina del **D.M. 17 Gennaio 2018**, il Direttore dei lavori farà prelevare nel luogo di impiego, dagli impasti destinati alla esecuzione delle varie strutture, la quantità di conglomerato necessario per la confezione del numero di provini (*ricordando che un prelievo è costituito da 2 provini*) conformemente alla prescrizione dello stesso decreto e con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1, utili all'esecuzione del **controllo di accettazione in cantiere**.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. (la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale).

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove per la determinazione della resistenza a compressione dovranno essere condotte da un laboratorio ufficiale ex art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. Esse vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo della Direzione dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non sia stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dalla Direzione dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel punto 11 del D.M. 17 gennaio 2018.

#### 14.1.14 Preparazione e stagionatura dei provini

Per la preparazione e stagionatura dei provini, per le prove di resistenza, vale quanto indicato dalla norma UNI EN 12390-2.

#### 14.1.15 Altre prove e controlli vari

Il conglomerato fresco sarà frequentemente controllato come consistenza, resa volumetrica, contenuto d'aria e, se richiesto, come composizione e rapporto acqua/cemento.

La *prova di consistenza* si identificherà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams. Tale prova, da eseguirsi su conglomerati con inerti di categoria D 31,5 secondo UNI EN 12350-2, sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 20 cm; per conglomerati ad elevata lavorabilità (es. con additivi superfluidificanti) sarà preferibile la determinazione mediante la misura dello spandimento alla tavola a scosse, secondo UNI EN 12350-5. È ammesso anche l'impiego dell'apparecchio Vébé secondo UNI EN 12350-3.

La *prova di omogeneità*<sup>35</sup> sarà prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato venga effettuato tramite autobetoniera. Le prove del *dosaggio del cemento e dell'acqua* e di *resa volumetrica dell'impasto* verranno eseguite con le modalità di cui alle UNI 6393 ed UNI EN 12350-6. La prova del *contenuto d'aria* sarà richiesta ove venga impiegato un additivo aerante; nel caso sarà eseguita con le modalità di cui alla UNI EN 12350-7. La prova di *resistenza a compressione*, infine, sarà effettuata con le modalità di cui alla UNI EN 12390-3.

Indipendentemente dalle prove di laboratorio convenzionali, o comunque prescritte dalle norme vigenti, la D.L. si riserva di eseguire sugli impasti tutte le prove che riterrà opportune utilizzando qualsiasi tipo di apparecchiatura da essa ritenuta adatta ai fini del controllo.

**Gli oneri e le spese di tutte le suddette operazioni saranno a carico dell'Impresa.**

#### 14.1.16 Trasporto del conglomerato

Se confezionato fuori opera il trasporto del conglomerato a piè d'opera dovrà essere effettuato con mezzi idonei atti ad evitare la separazione dei singoli elementi costituenti l'impasto. Saranno, per esempio, accettabili, a secondo della lunghezza e della durata del trasporto, le autobetoniere, le benne a scarico di fondo, le pompe, i nastri trasportatori; non potranno essere ammessi agli autocarri a cassone, ribaltabili o non, gli scivoli e le canale.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni d'impasto ed il termine dello scarico in opera non dovrà comunque causare un aumento di consistenza superiore di 5 cm alla prova del cono.

Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera; eventuali correzioni, se ammesse, della lavorabilità dovranno quindi essere effettuate prima dello scarico e con l'ulteriore mescolamento in betoniera non inferiore a 30 giri<sup>36</sup>.

L'Impresa dovrà consegnare copia conforme o originale dei documenti di trasporto (D.D.T).

#### 14.2 Calcestruzzo preconfezionato

Dovrà corrispondere alle prescrizioni di progetto ed in ogni caso ai requisiti, prescrizioni e notazioni di cui alle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104 precedentemente riportate per alcuni contenuti caratterizzanti. Il **sistema di gestione della qualità** del prodotto dovrà essere certificato da un organismo terzo<sup>37</sup>.

L'Appaltatore resta l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante per l'impiego del conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far

<sup>35</sup> La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi ad 1/5 ed a 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso un vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale di materiale grosso, in peso, nei due campioni non dovrà differire più del 10%; lo slump dei due campioni, prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

<sup>36</sup> Sull'argomento v. il punto 7.5 della UNI EN 206-1. Non è ammesso aggiungere nell'autobetoniera in cantiere una quantità d'acqua o di additivo maggiore di quanto permesso dalla specifica. Ove ciò avvenga, sul documento di consegna del carico il calcestruzzo sarà registrato come *non conforme* e la Direzione dei lavori assumerà le decisioni e le responsabilità conseguenti.

<sup>37</sup> I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato dovranno indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica. Il Direttore dei lavori acquisita, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione di controllo del processo produttivo e rifiuterà le eventuali forniture non conformi.

rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento della miscela e trasporto in opera dal luogo di produzione.

Resta comunque stabilito che i prelievi per le prove di accettazione dovranno essere eseguiti nei cantieri di utilizzazione, all'atto del getto.

### 14.3 Calcestruzzi speciali

#### 14.3.1 Calcestruzzo autocompattante

Definito in **acronimo SCC**, dovrà rispondere a quanto prescritto dalla seguente norma:

**UNI 11040** - Calcestruzzo autocompattante. Specifiche, caratteristiche e controlli.

Il calcestruzzo sarà formulato in base ai requisiti previsti dal progetto e alle esigenze di cantiere, tenendo in considerazione i tempi di trasporto e messa in opera, le modalità di quest'ultima, i tempi di scasseramento e le condizioni di stagionatura.

I requisiti di specifica riguarderanno la conformità alla norma UNI 11040, la consistenza (fluidità), la classe di resistenza, la classe di esposizione e la dimensione massima nominale dell'aggregato che, di norma, non dovrà superare il  $D_{max}$  di 25 mm.

Il rapporto tra aggregato grosso e sabbia sarà mediamente di 1:1; il contenuto in finissimo di  $500 \div 600 \text{ kg/m}^3$  e il rapporto acqua/finissimo di  $0,31 \div 0,36$  in massa. La fluidità necessaria sarà ottenuta a mezzo di additivi superfluidificanti. Nel caso di calcestruzzi per cui è richiesta la resistenza al gelo (classi di esposizione XF2, XF3, XF4), il tenore in aria inglobata totale del calcestruzzo fresco, valutata secondo UNI EN 12350-7, non dovrà essere minore del 4,5% in volume.

Il calcestruzzo dovrà essere qualificato. La documentazione di qualifica dovrà riportare anche la sequenza di carico dei costituenti ed i tempi di miscelazione. Per le ulteriori caratteristiche si farà riferimento alla Tab. 75.

L'immissione del calcestruzzo nei casseri a mezzo di tubazione o tramoggia, non dovrà superare un'altezza di caduta di 5 m e una distanza massima di scorrimento di 10 m. Per il riempimento di colonne, onde evitare la segregazione e l'immissione di aria, sarà opportuno il riempimento a mezzo di pompa e tubazione sul fondo, curando in ogni caso un adeguato dimensionamento dei casseri. Sarà altresì opportuno impiegare un idoneo agente disarmante.

#### 14.4 Conglomerato debolmente armato o non armato

Si definisce conglomerato cementizio debolmente armato quello per il quale la percentuale di armatura nelle sezioni rette resistenti è minore dello 0,1% dell'area della sezione e la quantità media di acciaio per metro cubo di conglomerato è  $< 0,3 \text{ kN}$ .

Sia il conglomerato cementizio a bassa percentuale di armatura, sia quello non armato, potranno essere impiegati solo per strutture semplici. Rientrando in questa categoria anche i componenti strutturali in conglomerato cementizio e non per i quali  $R_{ck}$  è inferiore a  $15 \text{ N/mm}^2$ . Per il resto si rinvia alle "Norme Tecniche" DM.17.01.18.

## Art. 15 – Opere in cemento armato normale

### Generalità

Nella esecuzione delle opere in cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a quanto stabilito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 17 Gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni", già più semplicemente citate come "Norme Tecniche", e ad altre norme che potranno essere emanate successivamente in virtù del disposto dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

TAB. 75 - Caratteristiche dei calcestruzzi autocompattanti e valori di accettazione

Caratteristica	Intervallo di accettazione	Metodo di prova
Fluidità	$> 600 \text{ mm}$	UNI 11041
Tempo di spandimento (per raggiungere il diametro di 500 mm)	$\leq 12 \text{ s}$	UNI 11041
Deformabilità (tempo di efflusso dall'imbutto a V)	$(4 \div 12) \text{ s}$	UNI 11042
Scorrimento confinato (attraverso l'anello a J)	$\Delta \Phi \leq 50 \text{ mm}$ rispetto allo scorrimento senza anello	UNI 11045
Scorrimento confinato (scatola a L)	$H_2/h_1 > 0,80$	UNI 11043
Scorrimento confinato (scatola a U)	$\Delta h \leq 30 \text{ mm}$	uni 11044
Stabilità alla sedimentazione (imbutto a V dopo 5 min)	Valore iniziale +3 s	UNI 11042

Per le opere da realizzarsi in zona sismica, è necessario il rispetto delle prescrizioni riportate ai punti 3.2 e cap. 7 delle superiori norme, e dovrà inoltre essere rispettato quanto specificato nella Circolare esplicativa n. 7 del 21/01/2019 da parte del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

L'Appaltatore dovrà scrupolosamente attenersi alle "Regole per l'esecuzione" di cui è dotato il documento progettuale secondo il punto 4.1.7 delle citate "Norme Tecniche". In ogni caso potrà fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1<sup>38</sup>.

## 15.1 Classi di qualità del conglomerato

La classe del conglomerato sarà individuata dalla sua resistenza caratteristica a compressione Rck determinata a 28 giorni di stagionatura; sarà siglata con la lettera "C" seguita da due numeri separati da barratura dei quali il primo rappresenta la resistenza cilindrica ed il secondo quella cubica.

Per le strutture in cemento armato non sarà ammesso l'impiego di conglomerato con resistenza caratteristica Rck < 15 N/mm<sup>2</sup>. Per le classi di resistenza bassa (15 < Rck ≤ 30) e media (30 < Rck ≤ 55) la resistenza caratteristica Rck sarà controllata durante la costruzione.

## 15.2 Posa in opera del conglomerato

### 15.2.1 Controllo e pulizia dei casseri

Prima che venga effettuato il getto di conglomerato, dovranno controllarsi il perfetto posizionamento dei casseri, le condizioni di stabilità, nonché la pulizia delle pareti interne; per i pilastri, in particolar modo, dovrà curarsi l'assoluta pulizia del fondo.

### 15.2.2 Trasporto del conglomerato

Per il trasporto del conglomerato si richiama quanto in precedenza prescritto nel presente capitolato. Qualora il trasporto avvenga con betoniere sarà opportuno, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto; ove dovesse constatarsi una consistenza sensibilmente superiore a quella richiesta, la stessa potrà essere portata al valore prescritto mediante l'aggiunta di acqua e/o di additivi superfluidificanti, con ulteriore mescolamento in betoniera, purché il valore massimo del rapporto acqua/cemento non venga in questo modo superato.

Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di lavorabilità, dall'impianto al luogo dello scarico, dovesse superare i 5 cm alla prova del cono. In questo caso il conglomerato sarà respinto.

### 15.2.3 Getto del conglomerato

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segragazione. Il conglomerato sarà posto in opera per strati, disposti normalmente agli sforzi dai quali la struttura in esecuzione verrà sollecitata; tali strati saranno di limitato spessore.

### 15.2.4 Ripresa del getto – superfici dei getti

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo intercorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con lo strato successivo non dovrà superare il numero di ore che la tabella riportata a fianco indica in funzione della temperatura ambiente.

Nel caso che l'interruzione superi il tempo suddetto e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta cementizia dosato a 600 kg di cemento, dello spessore di 1÷2 cm.

TAB. 79 - Conglomerato cementizio armato. Tempo massimo per interruzione del getto in rapporto alla temperatura ambiente

Temperatura (°C)	5	10	15	20	25	30	35
Tempo (h)	6,00	4,30	3,75	3,00	2,30	2,15	2,00

Per riprese eccedenti il doppio dei tempi segnati nella precedente tabella si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione ovvero, ove si richiedano anche caratteristiche di impermeabilità, si dovrà ricorrere all'impiego di malte speciali brevettate.

<sup>38</sup> UNI EN 13670-1 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo. Requisiti comuni.

Le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane senza irregolarità di sorta, e tali comunque da non richiedere alcun tipo di lisciatura con malte. In particolare, dovrà notarsi l'orizzontalità/verticalità e la corrispondenza dei giunti delle tavole o dei pannelli metallici nel caso sia prescritto il faccia vista dei paramenti-superfici.

Anche nell'esecuzione dei giunti di dilatazione dovranno essere eseguite tutte le regole, senza trascurare il lato estetico, particolarmente importante in questo genere di lavori.

L'onere relativo ai giunti è compreso nei prezzi unitari per cui è ad esclusivo carico dell'Impresa.

### **15.2.5 Vibrazione del conglomerato**

La vibrazione del conglomerato entro le casseforme sarà eseguita se o quando prescritta e comunque quando debbano impiegarsi impasti con basso rapporto acqua-cemento o con elevata resistenza caratteristica. La vibrazione dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni e con le modalità concordate con la Direzione lavori ed il produttore.

I vibratorii potranno essere interni (per vibratorii a lamina o ad ago), ovvero esterni, da applicarsi alla superficie libera del getto o alle casseforme. Di norma comunque la vibrazione di quest'ultima sarà vietata; ove però fosse necessaria, le stesse dovranno convenientemente rinforzarsi curando altresì che il vibratore sia rigidamente fissato.

La vibrazione superficiale verrà di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (max. 20 cm)

La vibrazione interna verrà eseguita immergendo verticalmente il vibratore in punti distanti tra loro 40 ÷ 80cm (in rapporto al raggio di azione del vibratore), ad una profondità non superiore a 40 cm (interessando comunque la parte superficiale del getto precedente per circa 10 cm) e ritirando lo stesso lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato<sup>39</sup>.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione dovrà essere proseguita con uniformità fino ad interessare tutta la massa del getto; sarà sospesa all'apparizione, in superficie, di un lieve strato di malta liquida. Qualora la vibrazione producesse nel conglomerato la separazione dei componenti, lo "slump" dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

### **15.2.6 Temperatura del conglomerato**

La temperatura del conglomerato, in fase di confezione e di getto, dovrà il più possibile avvicinarsi al valore ottimale di 15,5 °C. Ove pertanto la temperatura ambiente o degli aggregati risultasse diversa da tale valore, verranno prese le precauzioni di cui ai punti che seguono.

### **15.2.7 Getto nella stagione fredda**

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di inerti agglomerati con ghiaccio, né che avvengano formazioni di ghiaccio sulle superfici interessate dal getto né sulle armature o nelle casseforme. A tale scopo si dovranno predisporre opportune protezioni che potranno comprendere anche il riscaldamento degli inerti e l'impiego di riscaldatori a vapore prima dell'inizio del getto.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13 °C per getti di spessore minore di 20 cm e di 10 °C negli altri casi. Nel caso si ricorra al riscaldamento dell'acqua d'impasto, dovrà evitarsi che la stessa venga a contatto diretto con il cemento qualora la sua temperatura fosse superiore a 40 °C; per temperature superiori si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela sarà scesa sotto i 40 °C.

Nei periodi freddi, e comunque su prescrizione della Direzione Lavori, sarà consigliabile l'uso di acceleranti invernali (antigelo) ed eventualmente di additivi aeranti in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3 ÷ 5%.

---

<sup>39</sup> I vibratorii ad immersione dovranno avere elevata frequenza: da 6.000 a 12.000 cicli al minuto per il cemento armato normale ad oltre 12.000 e fino a 22.000 per il precompresso.

Dovrà curarsi in ogni caso che la temperatura del getto non scenda al disotto di 5 °C per non meno di giorni 4 nelle strutture sottili e per non meno di 3 giorni nelle strutture di medio e grosso spessore<sup>40</sup>.

Nessuna ulteriore protezione sarà necessaria quando la resistenza a compressione del conglomerato abbia raggiunto il valore di 5 N/mm<sup>2</sup>.

### 15.2.8 Getto nella stagione calda

Durante la stagione calda dovrà curarsi che la temperatura dell'impasto non superi i 30 °C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi, sia mantenendo continuamente umidi gli inerti. Qualora la temperatura dell'impasto non potesse venire mantenuta sotto i 30 °C, i getti dovranno essere sospesi a meno che non venga aggiunto agli impasti un efficace additivo plastificante-ritardante.

Durante la stagione calda verrà eseguito un controllo più frequente della consistenza; la stagionatura inoltre dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovra riscaldamento.

### 15.2.9 Protezione e inumidimento – Stagionatura

Il conglomerato appena gettato dovrà essere sufficientemente protetto dalla pioggia, dal sole, dalla neve e da qualsiasi azione meccanica, per non meno di una settimana. Per lo stesso periodo dovrà essere mantenuto umido a meno che non si impedisca all'acqua di impasto di evaporare proteggendo le superfici mediante fogli di plastica o con speciali pellicole anti-evaporanti date a spruzzo.

In ogni caso la stagionatura<sup>41</sup> non dovrà avere durata, in giorni, inferiore ai valori riportati nella Tab. 80.

TAB. 80 - Tempo di stagionatura. Durata minima in giorni per diversi tipi di esposizione

SVILUPPO RESISTENZA CALCESTRUZZO	RAPIDO			MEDIO			LENTO		
	a/c<0,5	Cem. 42,5 R		a/c 0,5±0,6	Cem. 42,5 R		altri casi		
Temperatura calcestruzzo > °C	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante stagionatura									
Ombra, umidità ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, umidità ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento forti, umidità < 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

### 15.2.10 Protezione dalla fessurazione

In fase di indurimento, il conglomerato dovrà essere protetto dai danneggiamenti causati dalle tensioni interne ed esterne causate dal calore endogeno. Pertanto, onde evitarsi fessurazioni superficiali, la differenza di temperatura tra il centro e la superficie del getto non dovrà superare, in condizioni normali, il valore di 20 °C.

## 15.3 Disarmo dei getti di conglomerato

### Generalità

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla Direzione Lavori. Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a 0,20 Rck e comunque superiore a 5 N/mm<sup>2</sup>.

Subito dopo il disarmo si dovrà provvedere all'occlusione di eventuali fori con malta antiritiro nonché alla regolarizzazione delle superfici con malta cementizia dosata a 600 kg di cemento. Si dovrà provvedere quindi alle operazioni di bagnatura delle superfici, così come prescritto al precedente punto 114.2.9; ove tale operazione

<sup>40</sup> Tra i provvedimenti da adottarsi deve comprendersi l'impiego di casseforme isolate termicamente.

<sup>41</sup> La durata della stagionatura è legata alla velocità con la quale si raggiunge una certa impermeabilità della zona superficiale (copriferro) del conglomerato. Essa è pertanto legata allo sviluppo della resistenza dello stesso (v. prospetto 12 della UNI EN 206-1).

desse luogo ad efflorescenze superficiali, la bagnatura sarà sostituita con l'impiego di pellicole protettive antievaporanti.

### 15.3.1 Tempi minimi di disarmo

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di maturazione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla seguente tabella:

TAB. 81 - Getti di conglomerato cementizio armato. Tempi minimi di disarmo

TIPI DI ARMATURA	Cemento normale	Cemento ad alta resistenza
Sponde dei casseri di travi e pilastri	3 gg	2gg
Armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Puntelli e centine di travi, archie volte, ecc.	24 gg	12 gg
Strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

Durante la stagione fredda il tempo per lo scasseramento delle strutture dovrà essere convenientemente protratto onde tener conto del maggior periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie.

### 15.4 Acciai per conglomerati normali

Gli acciai per conglomerati armati normali dovranno rispondere, con riguardo alle sezioni di calcolo, alle resistenze ed alle modalità di fornitura, di lavorazione e di posa in opera, alle "Norme Tecniche" DM.17.01.2018 richiamate nonché alle specifiche caratteristiche di accettazione e le modalità di prova del presente Capitolato.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'Attestato di Qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

#### 15.4.1 Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione

I **controlli di accettazione** in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati ai sensi delle "Norme Tecniche" da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza della Direzione dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale e dispone l'identificazione dei provini stessi mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. (la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale).

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dalla Direzione dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dalla Direzione dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

#### 15.4.2 Regole specifiche

Il ferro per l'armatura del calcestruzzo sarà costituito da barre di acciaio ad aderenza migliorata e dovrà avere le caratteristiche di cui alla normativa tecnica vigente al momento dell'appalto.

Il diametro dei ferri non potrà essere superiore a 30 mm.

Il ferro delle armature dovrà essere esente da olio, vernici, grasso, scaglie di fucinazione e ruggine sparsa o permanente al momento della posa in opera. Sono a carico dell'Impresa eventuali oneri di pulizia che si rendessero necessari, a semplice richiesta della D.L.

**La posa in opera e la legatura di qualsiasi sezione dell'armatura, come da grafici progettuali, dovrà essere approvata dalla D.L. prima di procedere al getto del calcestruzzo.**

#### 15.4.3 Ancoraggio delle barre

Le armature longitudinali non possono essere interrotte ovvero sovrapposte all'interno di un nodo strutturale (incrocio travi-pilastri). Tali operazioni potranno invece essere effettuate nelle zone di minore sollecitazione, lungo l'asse della trave.

Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non fossero evitabili, si dovranno realizzare nelle zone di minore sollecitazione; in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate. Il progetto o il Direttore dei lavori prescriverà il tipo di giunzione più adatto che potrà effettuarsi mediante:

- Sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra.
- Saldatura, da eseguirsi in conformità alle relative norme in vigore.
- Manicotto filettato o presso-estruso, da validarsi preventivamente mediante prove sperimentali.

#### 15.4.4 Presagomatura - preassemblaggio

Le barre dovranno essere piegate con un raccordo circolare di raggio non inferiore alle prescrizioni richiamate negli elaborati progettuali e, in loro assenza, dalle norme specifiche. Per le barre di acciaio inossidato sono vietate le piegature a caldo. Le barre presentanti fessure o fenditure alla piegatura saranno rifiutate, senza che l'Impresa possa pretendere alcun rimborso spese.

Ogni fornitura in cantiere di **elementi presaldati, presagomati o preassemblati** deve essere accompagnata:

- *da dichiarazione, sul documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di avvenuta Dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il luogo ed il marchio del Centro di Trasformazione.*
- *dall'Attestazione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il D.L. lo richieda, all'attestazione di cui sopra, potrà seguire copia conforme dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.*
- *Certificati di origine di qualificazione degli acciai con riferimento ai D.D.T dei fornitori del materiale lavorato.*

### Art. 16 - Casseforme, armature e centinature – Varo

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che scorrevole, l'Appaltatore potrà adottare tutti i sistemi che ritiene più idonei o di propria convenienza (salvo diversa prescrizione), purché soddisfino alle migliori condizioni di stabilità e di sicurezza, la qualità del faccia vista se prescritto, ed anche nei riguardi del disarmo.

Nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature l'Appaltatore è tenuto ad osservare le norme ed i vincoli che fossero imposti da Organi competenti, con particolare riguardo agli ingombri negli alvei ed alle sagome libere nei sovra e sottopassaggi.

Le casseforme e le relative armature di sostegno dovranno essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso della costruzione, ai carichi accidentali di lavoro ed alla vibrazione o battitura del conglomerato.

Per le superfici a finitura piana, l'errore di planarità, misurato con regolo di 2,00 metri, comunque posto sulla superficie da controllare, dovrà essere non superiore a 8 mm per la qualità "A", a 12 mm per la "B" ed a 16 mm per la "C"<sup>42</sup>. Salvo diversa indicazione, tutte le opere di appalto dovranno rispettare almeno la classificazione media "B".

I giunti dovranno essere eseguiti con la massima cura onde evitare mancanze di allineamento, tolleranze eccessive, sbrodolamenti con conseguenti impoverimenti di malta e scolorimenti, scarso costipamento in corrispondenza degli spigoli. Ove possibile i giunti saranno evidenziati con apposite scanalature ricavate inserendo nella cassaforma delle strisce di sigillatura in poliuretano o altro idoneo materiale, opportunamente sagomate.

Quando fosse necessario un giunto di testa piano si dovranno impiegare degli angolari di acciaio intorno al perimetro del pannello il che, oltre a fornire uno spigolo vivo, irrigidirà anche il pannello e migliorerà l'allineamento. Provvedimenti analoghi saranno adottati anche nella esecuzione dei giunti terminali.

Tra due getti successivi, e per superfici piane, la differenza di altezza tra i due piani di superficie non dovrà essere superiore a 2 mm per la qualità "A", a 4 mm per la "B" ed a 6 mm per la "C". Specifiche particolari saranno comunque fissate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori.

<sup>42</sup> Le finiture in conglomerato a vista possono essere raggruppate in due grandi categorie:

a) Dirette, ottenute togliendo semplicemente la cassaforma dalla superficie del calcestruzzo.

b) Indirette, ottenute come prima, ma con successive ulteriori lavorazioni.

In entrambi i casi le finiture potranno essere piane, profilate o a rilievo. Con riguardo al grado di qualità, le finiture di calcestruzzo saranno poi suddivise nelle seguenti classi:

A) Alta qualità, ove le superfici presenteranno assoluta uniformità di colore e di grana, senza ulteriore necessità di rappezzi ed aggiustamenti.

B) Media qualità, ove le superfici richiederanno la stessa uniformità di aspetto ma permetteranno aggiustamenti successivi.

C) Bassa qualità, ove non sarà richiesta uniformità di aspetto e saranno possibili aggiustamenti successivi.

Salvo diversa disposizione, le superfici a vista dovranno essere almeno di "media qualità" e presentarsi compatte, prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori, fessure, screpolature, irruvidimenti, stacchi di pellicola cementizia nonché esenti da danni dovuti a gelo, surriscaldamento, perdite di acqua, alghe, funghi, macchie da olio o da ruggine e corrosioni.

Le superfici interne delle casseforme dovranno presentarsi lisce, pulite e senza incrostazioni di sorta; il potere assorbente delle stesse dovrà essere uniforme e non superiore a 1 g/m<sup>2</sup>h (misurato sotto battente d'acqua di 12 mm), salvo diversa prescrizione. Sarà ammesso l'uso di disarmanti; questi però non dovranno macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato. L'applicazione sarà effettuata mediante oli puri con aggiunta di attivanti superficiali (surfactant) per ridurre la tensione superficiale o da emulsioni cremose di acqua in olio con aggiunta di attivanti. Il disarmante dovrà essere steso con uniformità a mezzo di rulli, spazzole o preferibilmente a spruzzo mediante idonea pistola.

Ad applicazione avvenuta la superficie della casseforma dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici, dalla polvere e da qualsiasi altra forma di inquinamento.

I giunti nelle casseforme saranno eseguiti in modo da evitare sbradolamenti, non soltanto tra i singoli elementi che costituiscono i pannelli, ma anche attraverso le giunzioni verticali ed orizzontali dei pannelli stessi. Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede per consentire la pulizia alla base che assicuri un'efficace ripresa e continuità del getto.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassasse i 6 m verranno disposti opportuni apparecchi di disarmo. Dovrà curarsi, in ogni caso, che i cedimenti elastici, in ogni punto della struttura, avvengano con simultaneità.

## Art. 17 - Strutture in acciaio

### 17.1 Generalità

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci (C=0,15%-0,25%), acciai semiduri, duri e durissimi (C>0,75%).

Gli **acciai per usi strutturali**, denominati anche *acciai da costruzione* o *acciai da carpenteria* hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio. I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea [UNI EN 10025-5](#) (per i laminati). Gli acciai vengono inoltre suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della [UNI EN 10020](#) per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie [UNI EN 10025](#) (per i laminati), [UNI EN 10210](#) (per i tubi senza saldatura) e [UNI EN 10219-1](#) (per i tubi saldati), e già recanti la Marcatura CE secondo norma [UNI EN 1090-1](#).

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma [UNI EN ISO 3834](#) (parte 2 e 4).

### 17.2 Accettazione delle forniture di elementi semplici ed elementi preassemblati-prelavorati

Tutti i componenti/profili in acciaio destinati all'esecuzione di opere strutturali dovranno rispondere ai requisiti definiti dalle "Norme tecniche" vigenti di cui al DM.17.01.2018, nonché alle prescrizioni dei documenti progettuali od alle disposizioni che più in particolare potrà impartire la Direzione Lavori.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della **Marcatura CE**, devono essere accompagnate dalla **Dichiarazione di Prestazione di cui al Regolamento UE 305/2011**, dalla prevista Marcatura CE nonché dal **certificato di controllo interno tipo 3.1 di cui alla norma UNI EN 10204**, dello specifico lotto di materiale fornito. Si riportano in stralcio i requisiti essenziali per i quali il produttore (costruttore metallico) deve dichiarare le prestazioni (capitolo 4 e allegato ZA della UNI EN 1090-1:2012):

"... *omissis*

4. *Requisiti*

4.2 *Tolleranze dimensionali*

4.3 *Saldabilità*

4.4 *Tenacità*

4.5 *Caratteristiche strutturali*

4.5.2 *Resistenza meccanica*

4.5.3 *Resistenza a fatica*

4.5.4. Resistenza al fuoco

4.5.5. Deformazioni allo stato limite di servizio

4.6 Reazione al fuoco

4.7 Emissione di sostanze pericolose

4.8 Resistenza all'impatto (in correlazione con il punto 4.4)

4.9 Durabilità

... omissis"

Tutte le forniture di acciaio per le quali invece **non** sussista l'obbligo della Marcatura CE devono essere accompagnate dalla copia dell'**attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale** e dal certificato di controllo interno tipo 3.1 di cui alla norma UNI EN 10204.

L'appaltatore, o l'officina-produttore della carpenteria metallica individuato dal medesimo in caso di sub-appalto, dovrà essere qualificato per la "**classe di esecuzione**" della struttura/componente/dettaglio prescritta dal progetto (EXC1, EXC2, EXC3, o EXC4).

Ricordiamo che secondo quanto specificato nella UNI EN 1990 (Appendice B – Differenziazione dell'affidabilità strutturale per le costruzioni) è possibile individuare una "classe di conseguenze" (CC) dell'opera:

Prospetto B.1 – Definizione della classe di conseguenze		
Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala concerti)
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

o valutare alternativamente la "classe di affidabilità" (RC), definendola attraverso il concetto di indice di affidabilità  $\beta$ .

Prospetto B.2 - Valori minimi raccomandati per l'indice di affidabilità $\beta$ (stati limite ultimi)		
Classe di affidabilità	Valori minimi di $\beta$	
	Periodo di riferimento 1 anno	Periodo di riferimento 50 anni
RC3	5,2	4,3
RC2	4,7	3,8
RC1	4,2	3,3

Le tre classi di affidabilità RC1, RC2, RC3 possono poi essere associate alle tre classi di conseguenze CC1, CC2, CC3.

Individuata la Classe di Conseguenza o la Classe di Affidabilità, è possibile determinare la "**Classe di Esecuzione**" dalla Tabella C.1 della UNI EN 1993-1-1:2014 (Annex C – Selection of execution class):

Table C.1 - Choice of execution class (EXC)		
Reliability Class (RC) or Consequences Class (CC)	Type of loading	
	Static, quasi-static or seismic DCL <sup>a</sup>	Fatigue <sup>b</sup> or seismic DCM or DCH <sup>a</sup>
RC3 or CC3	EXC3 <sup>c</sup>	EXC3 <sup>c</sup>
RC2 or CC2	EXC2	EXC3
RC1 or CC1	EXC1	EXC2

<sup>a</sup> Seismic ductility classes are defined in EN 1998-1: Low=DCL; Medium=DCM; High=DCH.  
<sup>b</sup> See EN 1993-1-9.  
<sup>c</sup> EXC4 may be specify for structures with extreme consequences of structural failure.

**Salvo diversa indicazione progettuale, si intende prescritta una classe di esecuzione minima EXC2.**

L'Appaltatore sarà tenuto a dare tempestivo avviso dell'arrivo in officina di pre-assemblamento o trasformazione dei materiali approvvigionati di modo che, prima che ne venga iniziata la lavorazione, la stessa Direzione lavori possa disporre il prelievo dei campioni da sottoporre alle prescritte prove di qualità ed a "test" di resistenza prescritte dalla normativa, in affiancamento a quelle di controllo interno a cui è obbligato il medesimo Centro di lavorazione di componenti ed elementi d'acciaio strutturale.

L'Appaltatore è tenuto inoltre a presentare prima della fornitura in cantiere delle componenti di acciaio preassemblate (e quindi in tempo utile per l'esame preventiva e l'approvazione del Direttore dei lavori), a sua cura e spese e con la firma di un progettista o direttore tecnico, i **disegni costruttivi** d'insieme e particolareggiati delle lavorazioni d'officina, compreso progetto delle saldature, sia del tipo a cordone d'angolo che a completa penetrazione/ripristino di resistenza. Per quest'ultimo adempimento l'Appaltatore potrà avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S.), oppure del Registro Italiano Navale (R.I.NA), con la redazione di apposita relazione da allegare al costruttivo d'officina.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni al cap. 11.3.4.5 indicano i **requisiti ai quali deve ottemperare il costruttore di carpenteria metallica per la realizzazione delle unioni saldate**. Nel dettaglio in relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma **UNI EN ISO 3834:2006** parti da 2 a 4: il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti delle normative di comprovata validità. Questo tipo di certificazione riguarda i "Requisiti di qualità per la saldatura di fusione dei materiali metallici" e si applica alla realizzazione sia in officina sia in cantiere. I requisiti imposti dalla UNI EN ISO 3834 sono maggiori per le certificazioni della parte 2 e diminuiscono per quelli della parte 3 e 4. I requisiti sono riassunti nella Tabella § 11.3.XII delle NTC2018:

Tab. 11.3.XII

Tipo di azione sulle strutture	Strutture soggette a fatica in modo non significativo			Strutture soggette a fatica in modo significativo
	A	B	C	
Riferimento				D
Materiale Base: Spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30 mm S275, s ≤ 30 mm	S355, s ≤ 30 mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s ≤ 30 mm	S235 S275 S355 S460 (Nota 1) Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati (Nota 1)
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006	Elementare UNI EN ISO 3834-4	Medio UNI EN ISO 3834-3	Medio UNI EN ISO 3834-3	Completo UNI EN ISO 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale di Coordinamento della saldatura secondo la norma UNI EN ISO 14731:2007	Di base	Specifico	Completo	Completo

Nota 1) Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza. Esistono tre (3) livelli di certificazione:

- elementare (parte 4 della norma)
- normale (parte 3 della norma)
- esteso (parte 2 della norma)

La UNI EN ISO 3834 serve a certificare l'**Azienda (officina di carpenteria)** che svolge le operazioni di saldatura; è bene ricordare che le NTC richiedono che sia nominato un "Coordinatore della saldatura".

Sempre dalle Norme tecniche per le Costruzioni del 2018 art.11.3.4.5 "PROCESSO DI SALDATURA":

- *La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011. È 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 la norma UNI EN ISO 9606-1:2017 da parte di un Ente terzo. Ad integrazione di quanto richiesto in tale norma, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.*
- *Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732:2013. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati mediante WPQR (qualifica di procedimento di saldatura) secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2017.*

- *Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.*

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011-1:2009 ed UNI EN 1011-2:2005 per gli acciai ferritici ed UNI EN 1011-3:2005 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2013.

Le saldature saranno sottoposte a **controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità** stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2014 e il livello B per strutture soggette a fatica.

Sono quindi da intendersi a carico dell'Appaltatore le **prove di riscontro della qualità e corretta esecuzione delle saldature**, secondo i metodi di comprovata validità normati, certificate da enti accreditati e qualificati con allegato report di prova e relazione che attestino gli specifici controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i **cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione** si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i **giunti a piena penetrazione**, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712:2012 almeno di secondo livello.

Per quanto concerne le **unioni bullonate** e relative verifiche, si intende richiamata la norma **UNI EN 1090-2** – Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio. Essa appunto fornisce specifiche regole per i controlli da eseguire sui collegamenti bullonati.

In linea generale dopo il preliminare assemblaggio è necessario effettuare dei controlli visivi, verificando il corretto posizionamento delle rondelle ed accertando l'avvenuta certificazione di accuratezza dell'avvitatore, per poi procedere alle operazioni di controllo secondo la specifica tipologia (bulloneria da precarico; bulloneria con serraggio combinato: coppia di avvitamento iniziale + angolo di rotazione finale; serraggio con controllo della coppia di avvitamento iniziale).

### **17.3 Prelievo dei campioni – Controlli di accettazione in cantiere**

I **controlli di accettazione in cantiere**, da eseguirsi presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, sono obbligatori per tutte le forniture di elementi e/o prodotti preassemblati, qualunque sia la loro provenienza e la tipologia di qualificazione.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni insieme all'Impresa appaltatrice.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma. Il Direttore dei Lavori può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione o fabbricante ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione o del fabbricante secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che

i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

A seconda delle tipologie di materiali pervenute in cantiere il Direttore dei Lavori potrà effettuare i seguenti controlli:

- Elementi di Carpenteria Metallica: 3 prove ogni 90 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

- Lamiere grecate e profili formati a freddo: 3 prove ogni 15 tonnellate; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di lamiere grecate o profili formati a freddo non superiore a 0.5 tonnellate, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- Bulloni e chiodi: 3 campioni ogni 1500 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 100, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

- Giunzioni meccaniche: 3 campioni ogni 100 pezzi impiegati; il numero di campioni, prelevati e provati nell'ambito di una stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per opere per la cui realizzazione è previsto l'impiego di una quantità di pezzi non superiore a 10, il numero di campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori.

I controlli di accettazione devono essere effettuati prima della posa in opera degli elementi e/o dei prodotti lavorati.

NOTA: Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle seguenti norme (NTC2018 §11.3.4.1):

**UNI EN ISO 377:2017** – Acciaio e prodotti di acciaio - Prelievo e preparazione dei campioni e dei provini per prove meccaniche

**UNI EN ISO 6892-1:2016** – Materiali metallici - Prova di trazione - Parte 1: Metodo di prova a temperatura ambiente

**UNI EN ISO 148-1:2016** – Materiali metallici - Prova di resilienza Charpy - Parte 1: Metodo di prova

#### **17.4 Montaggio di prova in officina**

Per strutture o manufatti particolarmente complessi il Direttore dei lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina; esso potrà anche essere eseguito in più riprese, purché in tali montaggi intermedi siano controllati tutti i collegamenti. Del montaggio stesso si dovrà approfittare per eseguire le necessarie operazioni di marcatura.

Nel caso di strutture complesse costruite in serie sarà sufficiente il montaggio di prova del solo campione, purché la foratura di unioni/piastre venga eseguita con maschere o con procedimenti equivalenti.

L'Appaltatore sarà tenuto a notificare, a tempo debito, l'inizio del montaggio provvisorio in officina di manufatti e strutture, o relative parti, affinché la Direzione possa farvi presenziare, se lo ritiene opportuno, i propri incaricati. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria dovranno essere esenti da verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente tra di loro.

## 17.5 Collocamento e montaggio in opera – Oneri connessi

L'Appaltatore dovrà far tracciare o eseguire direttamente, sotto la propria responsabilità, tutti gli incassi, i tagli, le incamerazioni, gli apprestamenti, le dime, contropiastre ecc. occorrenti per il collocamento in opera dei manufatti strutturali metallici.

Qualora in sede di progetto non fossero prescritti particolari procedimenti di montaggio, l'Appaltatore sarà libero di scegliere quello più opportuno, previo benestare della Direzione Lavori. Dovrà porre però la massima cura affinché le operazioni di trasporto, sollevamento e premontaggio non impongano alle strutture condizioni di lavoro più onerose di quelle risultanti a montaggio ultimato e tali perciò da poter determinare deformazioni permanenti, demarcature, autotensioni, ecc. Occorrendo, pertanto, le strutture dovranno essere opportunamente e provvisoriamente irrigidite.

Nel collocamento in opera dei manufatti e nel montaggio delle strutture sono compresi tutti gli oneri connessi a tali operazioni, quali ad esempio ogni operazione di movimento e stoccaggio (carichi, trasporti anche eccezionali, scarichi, ricarichi, sollevamenti, ecc.), ogni opera provvisoria, di protezione e mezzo d'opera occorrente, l'impiego di ogni tipo di mano d'opera (anche specializzata), ogni lavorazione di preparazione e di ripristino sulle opere e strutture murarie, le ferramenta accessorie e quant'altro possa occorrere per dare le opere perfettamente finite e rifinite.

Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera. Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 17 gennaio 2018, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore.

Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio su almeno il 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei lavori. Quest'ultimo potrà prescrivere anche un quantitativo superiore.

## 17.6 Verniciatura e zincatura

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un **ciclo di verniciatura**, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica, secondo la descrizione seguente:

### Ciclo "A"

1° strato: mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco, avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia di clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

3° strato: mano di finitura mediante clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

### Ciclo "B"

1° strato: mano di fondo epossidica pigmentata con ZnCrO<sub>4</sub> (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

2° strato: mano intermedia epossidica pigmentata con TiO<sub>2</sub> (biossido di titanio), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante

3° strato: mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante.

### Ciclo "C"

1° strato: mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere a base di ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silicio cromati di piombo, in composizione

singola o miscelati. E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi.

2° strato: mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1<sup>a</sup> mano, di composizione come il 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

3° strato: mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso a secco dovrà essere di 2:1. Non è ammessa la presenza di colofonia.

4° strato: mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione come il 3° strato, di colore diverso dalla precedente mano.

La **zincatura**, se prescritta, verrà effettuata sui materiali già lavorati, mediante immersione in zinco fuso conformemente alle prescrizioni della UNI EN ISO 1461; altro tipo di zincatura potrà essere ammesso solo in casi particolari e solo su precisa autorizzazione della Direzione dei lavori.

### **Preparazione delle superfici di acciai tipo Corten**

Allo scopo di ottenere una superficie integra ed uniforme atta alla formazione dello strato protettivo di ossido, tutte le superfici da esporre senza protezione di vernice dovranno essere sabbiare a metallo bianco. La sabbiatura dovrà essere eseguita in opera a montaggio ultimato.

Le superfici di acciaio destinate a non essere esposte e quindi prive di aerazione dovranno essere pulite e verniciate con un composto antiruggine in officina per evitare l'attacco corrosivo della condensa. La preparazione delle superfici da verniciare sarà effettuata mediante sabbiatura per l'asportazione di calamina o scorie di laminazione o scorie di saldatura. Le macchie di olio o di grasso dovranno essere eliminate con adatti detersivi.

## **Art. 18 – Manufatti stradali – Plinti prefabbricati per pali di illuminazione – Scatolari prefabbricati per opere fognarie e/o idrauliche – pavimentazioni in pietra**

Saranno conformi, se non diversamente disposto, alle prescrizioni delle norme di unificazione vigenti.

### **18.1 Liste in masselli di pietra**

Saranno costituite, se non specificatamente prescritto nel progetto, da graniti, sieniti, dioriti, porfidi, basalti, travertini compatti ovvero da altre pietre con caratteristiche meccaniche o di resistenza agli agenti atmosferici non inferiori.

Le liste saranno collocate in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10 cm; l'alzata, rapportata al piano finito della pavimentazione stradale, non dovrà superare i 18 cm. Gli elementi, se non diversamente disposto, saranno di assortimento 25cm e verranno posati attestati e spazati di 5 mm; tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 500 kg di cemento, che verrà stilata nella parte a vista.

Si intendono compresi nel prezzo di fornitura e posa anche gli oneri per tagli, sfridi, spacchi ecc. al fine di realizzare tratti curvilinei, ovvero, se disponibili, pezzi speciali curvi per la realizzazione di cuspidi di isole spartitraffico e/o scivoli di passi carrabili.

### **18.2 Cordoli in elementi prefabbricati di calcestruzzo**

Saranno del tipo prescritto in progetto ed avranno di norma lunghezza non inferiore a 100 cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari.

Lo strato superficiale dei cordoli prefabbricati sarà realizzato con impasto di graniglia bianca e polvere bianca mescolata con cemento bianco ad alto dosaggio; la finitura risulterà conforme alle indicazioni di progetto: martellinata, bocciardata, con angoli smussati, spigoli vivi ecc.

I cordoli saranno collocati in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10cm; l'alzata, rapportata al piano finito della pavimentazione stradale, non dovrà superare i 18 cm. La stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento bianco (salvo diversa indicazione in progetto).

Si intendono compresi nel prezzo di fornitura e posa anche gli oneri per tagli, sfridi, spacchi ecc. al fine di realizzare tratti curvilinei, ovvero, se disponibili, pezzi speciali curvi per la realizzazione di cuspidi di isole spartitraffico e/o scivoli di passi carrabili.

### **18.3 Zanelle prefabbricate**

Zanelle ad un petto o doppio, per il deflusso dell'acqua piovana, con finitura superficiale liscia, di larghezza secondo i seguenti moduli: 25cm, 30cm, 40cm, e comunque secondo indicazioni di progetto, lunghezza di norma

non inferiore a 100cm, salvo che nei tratti in curva o in casi particolari.

Gli elementi saranno collocati in opera con malta cementizia, su massetto in conglomerato di spessore non inferiore a 10cm. La stilatura dei giunti sarà effettuata con sola malta di cemento (salvo diversa indicazione in progetto).

Si intendono compresi nel prezzo di fornitura e posa anche gli oneri per tagli, sfridi, spacchi ecc. al fine di realizzare tratti curvilinei, ovvero, se disponibili, pezzi speciali curvi.

#### **18.4 Plinti prefabbricati per ancoraggio pali illuminazione**

Il basamento di sostegno ovvero il plinto prefabbricato di ancoraggio al suolo per palo di illuminazione dovrà essere certificato e marchiato CE, realizzato in conglomerato cementizio vibrato di classe di resistenza minima Rck 350, con dimensioni esterne dimensionate sulla base dell'area climatica del sito di impianto e della tipologia/altezza del palo da sostenere. **Tale dimensionamento dovrà essere giustificato da specifica relazione di calcolo a firma di tecnico abilitato, che sarà a cura dell'impresa appaltatrice ed in accompagnamento alla stessa fornitura al fine della sua accettazione formale da parte della D.L.**

Il plinto dovrà essere provvisto di pozzetto ispezionabile con n°3 fori laterali per l'innesto dei cavidotti di diametro fino al Ø 185 mm, di foro disperdente alla base e di foro passacavi. Pozzetto predisposto per l'installazione di chiusino di dimensioni nette 40x40 cm in cls ovvero in ghisa.

Il plinto sarà provvisto di ganci per la movimentazione.

L'inghisaggio del palo d'illuminazione deve essere uniforme alle lavorazioni standard unificate ed alla norma EN40.

E' prevista l'esecuzione di scavo su terreno con conseguente ripristino dei fianchi dello stesso, ponendo particolare attenzione al costipamento del terreno che verrà scelto preferibilmente arido. Ulteriore attenzione va posta nel controllo del ricoprimento minimo dell'interramento, così come indicato nella relazione di calcolo in accompagnamento alla fornitura.

Dovrà essere consegnata al DD.LL, al momento della fornitura, la dichiarazione del direttore di stabilimento sulle prove di laboratorio interne condotte sui materiali lavorati per la specifica fornitura.

#### **18.5 Scatolari carrabili in calcestruzzo armato prefabbricato per opere fognarie/idrauliche**

Gli elementi scatolari prefabbricati carrabili dovranno essere realizzati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompressa a sezione interna rettangolare o quadrata, con armatura idonea e sistema di giunzione con incastro a bicchiere (a richiesta: anello di tenuta in gomma conforme UNI EN 681-1 oppure sigillatura con malte elastiche bicomponenti DEF).

I manufatti dovranno essere costruiti in conformità alle Norme UNI EN 14844 marcatura CE, D.M. 17/01/18 Lavori Pubblici, UNI 206-1, EN 13760:2008 e UNI 8520/2 per **carichi stradali di I° categoria** con ricoprimento minimo 30cm dall'estradosso superiore.

**E' a carico dell'impresa produrre tutti i calcoli di verifica statica/sismica dei manufatti a firma di tecnico abilitato;** tale documentazione deve essere prodotta con congruo anticipo alla D.L per ottenere l'autorizzazione della fornitura e provvedere al deposito di variante in corso d'opera aggiornativa presso la struttura sismica competente della Regione che dovrà essere asseverata dal sopradetto tecnico. Il prezzo di appalto è da intendersi comprensivo di tale suddetto adempimento, di eventuale stivaggio, calo dei manufatti nello scavo previa formazione di idonea soletta armata di sottofondo; questa dovrà risultare perfettamente piana per consentire la corretta posa in opera dei manufatti.

I punti di giunzione ed eventuali fori predisposti per il calaggio dei manufatti dovranno essere sigillati con apposite malte elastiche bicomponenti.

E' inoltre comprensivo nel prezzo la realizzazione in opera di eventuali deviazioni angolari, demolizioni dei punti indicati dalla D.L. ed a richiesta della D.L. la giunzione tra gli elementi realizzata con apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (tipo Tir-For).

Il controllo della livelletta sarà garantita da apparecchiature di tipo laser.

Nel prezzo è altresì compreso l'onere per l'assistenza al collaudo dell'opera in conformità alle Norme vigenti.

#### **18.6 Pavimentazioni in pietra e in autobloccanti**

Le forniture devono essere corredate della marcatura CE e delle certificazioni ex Norma UNI EN 1341:2003 "lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne – requisiti e metodo di prova".

Si richiama inoltre la seguente normativa e s.m.i:

UNI EN 11322:2009 Rivestimenti lapidei per pavimentazioni - Istruzioni per la progettazione, la posa e la manutenzione

UNI EN 12407:2007 Materiali lapidei - Descrizione petrografica

UNI EN 12440:2008 Pietre naturali - Elenco tipologie commerciali suddivise per nazioni europee

UNI EN 12670:2003 Prodotti lapidei - Terminologia e Classificazione

UNI EN 12058:2015 Prodotti di pietra naturale - Lastre per pavimentazioni e per scale – Requisiti

UNI EN 12057:2015 Prodotti di pietra naturale - Marmette modulari – Requisiti

UNI EN 1342:2013 Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne - Requisiti e metodi di prova

UNI EN 1468:2012 Pietre naturali - Lastre grezze – Requisiti

Prima di iniziare i lavori l'Appaltatore dovrà predisporre, a propria cura e spese, i campioni dei manufatti in pietra lavorati secondo prescrizione di progetto, sottoponendoli all'esame della D.L. Tali campioni se accettati, saranno contrassegnati e conservati come termine di riferimento e confronto, negli uffici della Direzione o in locali appositamente assegnati.

Le lavorazioni della faccia superiore dei conci di pietra usata per le pavimentazione dovrà essere eseguita a mano. Sono da escludere tassativamente le lavorazioni eseguite a macchina, salvo diversa indicazione nella documentazione progettuale. Comunque ad insindacabile giudizio della DD.LL.

La pietra sarà murata a malta di cemento tit. 325 (minimo) a consistenza di terra umida. I giunti tra pezzo e pezzo non saranno inferiori a mm.5 e sarà eseguito il perfetto riempimento dei giunti stessi mediante colatura di boiaccia di cemento con tazza evitando le sbavature sui pezzi e qualsiasi residuo di malta sulla pietra.

Nel caso di masselli autobloccanti (formati e disegno secondo indicazioni di progetto) la posa dovrà avvenire su idoneo sottofondo in graniglia di frantoio mm 3/6 per uno spessore complessivo pari a circa 4/6 cm, o sabbione. Comunque su indicazione progettuale e ad insindacabile giudizio della DD.LL. Prima dell'ultima battitura di assestamento, la pavimentazione verrà ricoperta con un sottile strato di sabbia fine che verrà fatta penetrare mediante scope ed acqua in tutte le connessioni, in modo da chiuderle completamente. L'ultima battitura dovrà essere fatta in modo da assestare definitivamente i cubetti, dopo aver corretto eventuali deficienze di sagoma. I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero deteriorati ed anormalmente porosi, dovranno essere cambiati a cura ed a carico dell'Impresa.

## **Art. 19 – Malte per ripristino di tracce su pavimentazioni stradali**

### **19.1 Malta cementizia areata**

Malta cementizia areata fluida autolivellante, omogenea, priva di segregazione e di essudazione, composta di inerti esenti da materiali eterogenei selezionati e lavati, cemento, un contenuto di aria compreso tra il 25 - 30 % per mc di impasto, tempo di indurimento compreso tra 12 e 24 ore e confezionata ai sensi della norma UNI EN 206-1/2001.

Massa volumica =  $1700 \div 1800$  kg/mc; resistenza a compressione a 28 gg  $\geq 1.5$  N/mm<sup>2</sup>

## **Art. 20 - Impermeabilizzazioni**

### **Generalità**

Le impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, scarichi, ecc., in modo da garantire, in ogni caso, l'assenza di qualunque infiltrazione d'acqua. All'atto del collaudo o verifica i manti impermeabili ed i relativi raccordi dovranno risultare perfettamente integri, senza borse, fessurazioni, ecc. salvo danni causati da forza maggiore (escludendosi, tra questi, quelli eventuali provocati da azioni metereologiche, anche se di entità eccezionale).

Tutte le superfici di estradosso dei volti e degli impalcati stradali in generale, specie se in conglomerato cementizio armato, dovranno venire opportunamente protette contro l'azione delle acque meteoriche e delle soluzioni saline acide<sup>43</sup> in particolare. Tale protezione dovrà possedere tra l'altro i seguenti requisiti:

- essere inattaccabile dalle soluzioni saline normalmente impiegate;
- possedere una aderenza al manufatto (se impiegata direttamente sotto pavimentazione) non inferiore a quella dei conglomerati bituminosi;
- offrire ai superiori strati di pavimentazione un'aderenza non inferiore a quella che gli stessi avrebbero in assenza di protezione;
- avere caratteristiche di plasticità e/o di elasticità tali da assorbire senza danni (fino a  $-15$  °C) le compressioni e le vibrazioni indotte dal traffico;
- avere sufficiente consistenza da sopportare, senza danni, le successive operazioni di cantiere ed in particolare la stesa ed il successivo rullaggio del conglomerato bituminoso a caldo (circa  $140$  °C).

### **20.1 Impermeabilizzazioni con membrane bituminose**

#### **Generalità**

La posa delle membrane sarà effettuata in condizioni atmosferiche favorevoli su superficie liscia, asciutta, depolverata e priva di asperità.

La posa dei teli delle membrane potrà avvenire in senso ortogonale alla pendenza, partendo dal punto più basso, o in senso parallelo, partendo dal punto più alto, secondo prescrizione; nel caso di supporto piano, partendo dai bocchettoni di scarico. I giunti trasversali dovranno avere uno sfalsamento di almeno 30 cm. Nel caso fosse prevista la posa di un secondo strato, questo verrà collocato a cavallo dei sormonti dello strato inferiore e sarà posato in completa aderenza.

#### **Posa in opera**

Le modalità di posa previste per le membrane potranno essere di tre tipi: in aderenza, in semiaderenza e in indipendenza. La scelta sarà devoluta al progetto o alle prescrizioni della Direzione Lavori.

La posa in aderenza, consistente nel totale incollaggio delle membrane al supporto, sarà preceduta dall'applicazione sul supporto di un "primer"; essa avverrà, dopo perfetta essiccazione dello stesso, a mezzo di apposito bruciatore a gas la cui fiamma sarà diretta tra membrana e superficie di posa; il tempo di fusione del film esistente sulla faccia inferiore regolerà la velocità di avanzamento.

La posa in semi-aderenza, consistente in un incollaggio parziale delle membrane al supporto, sarà effettuata interponendo, tra membrane e supporto uno strato di separazione perforato e provvedendo all'incollaggio per punti (chiodi di bitume). Le superfici perimetranti, comunque, e quelle particolari di cui alle generalità, saranno trattate in completa aderenza; in tali zone evidentemente non si darà luogo alla posa dello

<sup>43</sup> Soluzioni che dette acque formano con i cloruri normalmente impiegati come antigelo nella stagione invernale.

strato perforato. Nel caso di posa con pendenza superiore al 20% le membrane verranno fissate meccanicamente in testa.

La posa in indipendenza consistente nella eliminazione di ogni collegamento tra membrane e supporto, richiederà per queste una protezione pesante sulla parte superiore ed uno strato di scorrimento (idoneo ad evitare interazioni chimico fisiche con il supporto) nella parte inferiore. Il fissaggio perimetrale, da effettuarsi in ogni caso, potrà essere realizzato a caldo o a mezzo di viti o chiodi galvanizzati a testa larga muniti di piastre di ripartizione e idonee guarnizioni, secondo prescrizione. Le teste dei chiodi saranno coperte con pezze di membrana incollate.

## **Saldatura dei giunti**

Sarà effettuata secondo le previsioni di progetto e/o le prescrizioni della Direzione tenendo conto, in rapporto al materiale impiegato, degli eventuali prodotti integrativi o delle particolari istruzioni fornite dal produttore. Di norma comunque i sormonti saranno trattati a mezzo di saldatura termica effettuata con bruciatore; ulteriori tecniche potranno essere l'impiego di bordi autosaldanti (per le membrane appositamente predisposte) e l'uso di adesivi e/o nastri biadesivi.

Con il sistema termico (alla fiamma), le sormonte laterali (larghezza non inferiore a 10 cm) e quelle di testa (larghezza non inferiore a 15 cm) saranno realizzate fondendo i bordi delle membrane fino ad ottenere, all'atto della sovrapposizione, la fuoriuscita del "compound" fuso; tale materiale, mantenuto caldo, sarà spalmato con idonea cazzuola fino a costituire nastro di sigillo.

Con il sistema autosaldante a freddo, la saldatura avverrà per semplice sovrapposizione e rullatura, previa rimozione del nastro protettivo dal bordo predisposto e leggero rinvenimento con diluente del bordo della membrana sottostante. Il giunto sarà poi completato con sigillante siliconico e nastro di protezione.

Con il sistema, infine, che prevede l'uso di adesivi e/o nastri biadesivi, l'incollaggio sarà effettuato secondo le particolari prescrizioni del produttore, con i materiali dallo stesso forniti a corredo, curando in ogni caso, con alcol o altri sgrassanti idonei, la perfetta pulizia delle superfici da giuntare.

## **20.2 Impermeabilizzazioni con membrane polimeriche di tipo sintetico**

### **Generalità**

Nelle impermeabilizzazioni in argomento lo strato di tenuta sarà costituito di norma da una membrana di tipo plastomerico (armata o meno) o elastomerico i cui requisiti dovranno essere conformi a quanto prescritto al dal presente Capitolato e/o dalle normative specifiche di settore.

### **Posa in opera**

In rapporto alla pendenza della superficie di posa nonché ad altri fattori strutturali e di impiego condizionanti, la posa in opera delle guaine potrà essere effettuata in completa aderenza, in semi-aderenza o in indipendenza. In tutti e tre i casi comunque la posa sarà preceduta, salvo diverso disposto<sup>44</sup>, dalla applicazione sulla superficie di supporto, di uno strato di velo di vetro bitumato incollato con bitume a caldo previo trattamento con "primer" (strato di separazione).

La posa in aderenza sarà effettuata con incollaggio mediante l'impiego di bitume ossidato a caldo (180 ÷ 200 °C) in ragione di 1,3 ÷ 1,5 kg/m<sup>2</sup>; qualora non fosse disposto lo strato di separazione, la spalmatura di bitume sarà preceduta dal trattamento con "primer" La posa in semi-aderenza sarà effettuata come in precedenza, ma con l'interposizione di uno strato perforato a base imputrescibile. La posa in indipendenza<sup>45</sup> avverrà semplicemente posando le guaine sull'eventuale strato di separazione e provvedendo agli opportuni ancoraggi nelle testate terminali a mezzo di adesivi idonei o di bitume a caldo o di speciali elementi metallici di pressione e sigillatura.

Sia nella fase di stendimento che in quella di eventuale ancoraggio, le guaine non dovranno essere sottoposte a tensioni. La saldatura dei lembi sarà eseguita con gli adatti adesivi forniti o indicati dalle Ditte produttrici, previa pulizia con idoneo solvente (benzina, eptano, ecc.) delle superfici da sottoporre a collaggio.

I raccordi verticali, i profili di coronamento ed altri punti particolari, ove non fosse possibile eseguirli risvoltando con continuità le stesse guaine, saranno rivestiti con strisce dello stesso materiale, con sovrapposizione orizzontale di non meno di 30 cm di larghezza, di cui almeno 15 cm da interessare alla saldatura con il sottostante

---

<sup>44</sup> Nel caso di impiego di foglie di PVC plastificato lo strato separatore a contatto con le guaine non dovrà assolutamente contenere catrami o bitumi. Lo strato sarà perciò costituito da cartonfeltro (120 gr/m<sup>2</sup> minimo) o altro idoneo materiale applicato a secco e con sovrapposizione di almeno 15 cm.

<sup>45</sup> Vietata nel caso di posa sotto pavimentazione.

manto. La parte verticale sarà fissata con idonei adesivi e protetta con scossaline metalliche e/o con sigillanti in rapporto ai particolari costruttivi.

### 20.3 Trattamento con resine epossidiche

#### Caratteristiche dei materiali

Le resine epossidiche da impiegare per la protezione ed impermeabilizzazione di manufatti stradali ed opere d'arte in genere dovranno essere assolutamente impermeabili (anche sotto pressione d'acqua di 100 kPa (1 bar) per 24 h) ed inoltre inattaccabili da acidi, oli, carburanti e lubrificanti. Particolarmente nell'impiego sotto pavimentazione non dovranno essere attaccate da benzina, kerosene, soluzioni di NaCl, CaCl<sub>2</sub>, acque ammoniacali, sostanze chimiche per il disgelo e soluzioni al 15% di HCl ed H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Inoltre dovranno resistere perfettamente alle acque marine ed alle nebbie saline.

Le prove verranno eseguite in funzione delle caratteristiche richieste, con le modalità che di volta in volta saranno specificate. Tra queste potranno prescriversi:

a) *Prova di trazione pura: sarà eseguita su un provino di resina pura dopo 11 giorni di stagionatura. Dovrà ottenersi una resistenza non inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> (2 N/mm<sup>2</sup> in caso di saturazione della resina con granulato).*

b) *Prova di adesione al calcestruzzo: sarà eseguita mediante trazione su due provini di conglomerato cementizio (dosaggio 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento AR) attaccati con sezione di incollaggio di almeno 200 cm<sup>2</sup>. La prova avverrà dopo 24 h dall'incollaggio e il distacco non dovrà verificarsi lungo il piano di attacco.*

c) *Prova di adesione tra acciaio e calcestruzzo: sarà eseguita per sfilamento di due tondini di acciaio Ø 20 immersi in calcestruzzo (15 cm di diametro x 20 cm di altezza) per almeno 1/3 dell'altezza; dei due provini uno sarà rivestito con resina. La prova sarà ritenuta positiva se lo sfilamento avverrà, in linea di precedenza, sul tondino non rivestito.*

#### Modalità di posa in opera

Le resine epossidiche dovranno essere applicate su superfici pulite, compatte, asciutte e, nel caso di calcestruzzi, perfettamente stagionate. A tal fine le superfici potranno essere trattate, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, o con acido cloridrico diluito al 10% e successivo lavaggio, o con spazzolatura e successiva soffiatura, o con sabbiatura con materiali granulari di elevata durezza.

La stesa della resina dovrà essere effettuata in unico o duplice strato, in maniera uniforme e continua, preferibilmente a spruzzo. Ove fosse previsto l'impiego di sabbia quarzifera la stesa dovrà avvenire in duplice strato e la sabbia dovrà essere sparsa solo sul secondo strato.

La resina ed il catalizzatore dovranno essere mescolati, all'atto dell'impiego, nel rapporto di 1:1 salvo diversa prescrizione o l'impiego di resine in soluzione. Di norma potranno essere richiesti i seguenti tipi di trattamento minimo:

- impermeabilizzazione di superfici non soggetti a traffico: 0,3 ÷ 0,5 kg/m<sup>2</sup> di resina e catalizzatore;
- idem di superfici sottostanti agli strati della sovrastruttura: 0,7 ÷ 0,8 kg/m<sup>2</sup> di resina e 1,2 dm<sup>3</sup> di sabbia di quarzo ben lavata ed asciutta;
- idem di superfici da sottoporre a diretto traffico: 1,5 ÷ 2,0 kg/m<sup>2</sup> di resina e, 2,6 dm<sup>3</sup> di sabbia.

La stesa della resina non si effettuerà per temperature inferiori a 2 °C, mentre i tempi di essiccaamento saranno di non meno di 4 ore per temperature di 20 °C, di 24 ore per temperature di 10 °C e di 48 ore per temperature vicine a 2 °C. A polimerizzazione avvenuta la resina dovrà risultare perfettamente aderente al supporto, anche per contrazioni o dilatazioni dello stesso; non dovrà inoltre subire alterazioni o fessurazioni anche dopo la stesura di eventuali manti a caldo.

### 20.4 Trattamento con materiali compositi

L'impermeabilizzazione delle solette e di impalcato e simili potrà essere eseguita anche mediante la stesa di un manto di natura sintetica, costituito da speciali catrami selezionati, additivati con elastomeri in alta percentuale e legante epossidico. Il materiale dovrà essere fornito da ditta qualificata e idoneamente certificato; in ogni caso dovrà presentare:

- assoluta impermeabilità<sup>46</sup>;
- perfetta adesione al supporto<sup>47</sup>;

<sup>46</sup> *Impermeabilità:* il prodotto, steso per uno spessore di 3 mm su lastra di cemento, a completa polimerizzazione (7 giorni a 23 °C e 65% U.R.) dovrà sopportare per almeno 24 ore un battente d'acqua di 10 m (1 bar

<sup>47</sup> *Adesione al supporto:* un provino, sottoposto a prova di strappo con apparecchiatura Adhesion Tester, dovrà staccarsi dal supporto di cemento per uno sforzo normale alla superficie di incollaggio non inferiore a 1,2 N/mm<sup>2</sup> (0,9 N/mm<sup>2</sup> su provino previamente sottoposto a shock termico di 30 min ad 80 °C e 30 min a 20 °C, in aria, per 10 cicli).

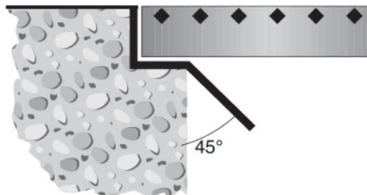
- idonea resistenza meccanica alla punzonatura<sup>48</sup>.

Il materiale sarà dato in opera, previa pulizia del supporto, in unica soluzione e mediante spruzzo con idonee apparecchiature, in ragione di minimo 3 kg/m<sup>2</sup><sup>49</sup>. La cappa impermeabile sarà saturata successivamente con inerti di natura quarzifera e di idonea granulometria, così da ottenere uno spessore globale finito di almeno 4 mm<sup>50</sup>.

## Art. 21 – Grigliati di acciaio zincato

I grigliati per uso pedonale-carrabile dovranno essere marchiati CE secondo la norma EN 1090-1/2 e corredati da D.O.P. che ne descrive le caratteristiche prestazionali secondo la direttiva europea 305/2011 sui prodotti da costruzione. Dovranno essere prodotti in acciaio zincato con processo di zincatura certificato.

I telai di contenimento del grigliato saranno realizzati con profilo in acciaio zincato a caldo di diverse sezioni a seconda delle esigenze, con apposite zanche di fissaggio per consentire la posa in opera. Possono essere profilati a Z al fine di consentire di ottenere un "gocciolatoio" inferiore.



Il sistema deve essere corredato di idonei sistemi di fissaggio compatibili alla tipologia costruttiva dei supporti; qualora richiesto dalla D.L questi dovranno soddisfare il requisito "anti-furto".

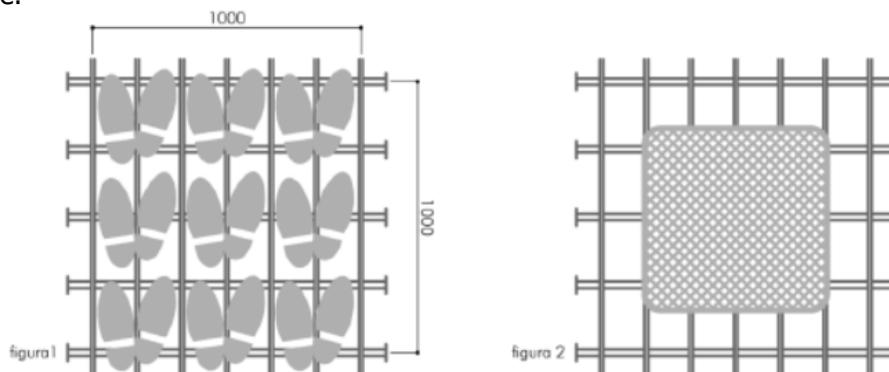
La fornitura dovrà essere corredata, preventivamente per l'accettazione della D.L, di schede tecniche richiamanti le tabelle di portata, al fine di soddisfare i requisiti indicati nella documentazione progettuale.

### Classi di portata

I pannelli di grigliato elettrofuso e/o pressato si suddividono nelle seguenti classi di portata

- **Classe 1: Carico pedonale**
- **Classi 2 - 3 - 4: Carico di veicoli stradali**

Ogni classe è determinata da due elementi caratteristici: Carico-Impronta per la classe di portata 1; il carico si intende uniformemente distribuito su tutta la superficie del pannello (fig. 1) e non riguarda altri carichi particolari. Per le classi di portata 2, 3 e 4 il carico si intende applicato sull'impronta corrispondente alla propria classe (fig. 2). I carichi e le impronte sono selezionati in base alle masse totali a terra a pieno carico ed alla distribuzione dei carichi per impronta dei vari tipi di veicoli attualmente in circolazione. Il carico dinamico deve essere simulato moltiplicando le masse statiche a terra per un coefficiente dinamico medio pari a 1,5 in conformità alle usuali specifiche tecniche.



<sup>48</sup> *Resistenza alla punzonatura*: un provino, sottoposto a punzone sferico del diametro di 20 mm avanzante con velocità di 0,75 mm/min, dovrà resistere senza rottura della pellicola ad uno sforzo di 350 N alla temperatura di 23 ± 2 °C, e di 200 N alla temperatura di 40 ± 2 °C. Lo stesso dicasi per un provino sottoposto a shock termico.

<sup>49</sup> La Direzione Lavori, in rapporto alle particolari istruzioni del fabbricante, potrà modificare tali valori.

<sup>50</sup> La Direzione Lavori, in rapporto alle particolari istruzioni del fabbricante, potrà modificare tali valori.

In particolare:

**CLASSE 1 – Folla compatta;**

**CLASSE 2 – Transitato limitato ad autovetture - Massa totale a terra: fino a 3000 Kg - Carico dinamico: 1000 daN - Impronta: 200 x 200 mm;**

**CLASSE 3 – Transitato limitato ad autocarri leggeri - Massa totale a terra: fino a 6000 Kg - Carico dinamico: 3000 daN - Impronta: 200 x 400mm;**

**CLASSE 4 – Transitato autotreni e autoarticolati - Massa totale a terra: fino a 45000 Kg - Carico dinamico: 9000 daN - Impronta: 250 x 600 mm.**

## **Art. 22 – Recupero corticale cemento armato**

Preparazione del supporto mediante pulizia accurata tramite mezzi opportuni quali scalpellatura, spazzolatura, sabbiatura, idrolavaggio fino ad ottenere un supporto sufficientemente ruvido e con delle asperità di almeno ½ cm. Eliminazione delle parti di materiale friabile, sporcizie, ecc.

Posa in opera, previa adeguata pulizia del ferro mediante spazzolatura a ferro bianco SA 2½, di resina epossidica bicomponente. L'applicazione dovrà essere eseguita a pennello e se non immediatamente ricoperta con la malta da ripristino entro un'ora dovrà essere spolverata da un sabbolino di quarzo per migliorare la successiva adesione della malta al ferro.

Posa in opera di malta strutturale a colare a ritiro compensato per ripristini strutturali che dopo miscelazione risulta perfettamente colabile adatta per operazioni di restauro in cassero

Posa in opera di prodotto uniformante per calcestruzzo a vista, con azione frenante del processo di carbonatazione.

Per le specifiche dei materiali impiegabili nelle varie fasi descritte si rimanda al presente capitolato e/o agli elaborati progettuali.

## **Art. 23 – Sistemi Fibrorinforzati per consolidamento strutture**

### **Modalità di applicazione del prodotto in barre**

Si presterà particolare attenzione alle seguenti fasi o modalità di applicazione delle barre, indipendentemente dalla natura del materiale su cui si interverrà:

**1)** Realizzazione dei fori.

Eseguire sulla superficie di intervento una serie di perforazioni di diametro superiore a quello del diametro della barra (nel caso del cls, di circa 1,5 volte). La profondità del foro sarà opportunamente calcolata dal progettista in funzione della tensione a cui è sottoposta la barra e segnalata in progetto.

**3)** Intasare il foro con idoneo prodotto a base di legante epossidico e primer preventivamente individuato e segnalato dalla Direzione Lavori.

**2)** Posizionare la barra per tutta la lunghezza richiesta fino a vedere refluire il prodotto di intasamento utilizzato ed eliminare il prodotto in eccesso avendo cura di non variare la posizione della barra. A seconda del grado di difficoltà di intervento, si prescriverà l'utilizzo di morse e/o sostegni per le barre fino ad avvenuto indurimento della resina.

### **Modalità di applicazione del prodotto in fibre o lamine**

L'applicazione tipica di fibre di carbonio costituite da tessuto e resina impregnante può essere sintetizzata nei seguenti punti:

**1)** Applicazione di fondo ancorante epossidico a rullo o pennello.

Si presterà particolare attenzione alle condizioni del supporto da rinforzare. Nel caso in cui infatti il supporto si presenti degradato, incoerente o non planare, sarà necessario procedere con un intervento di rimozione della parte degradata e una successiva applicazione di malta tipo betoncino con caratteristiche il più possibile compatibili con quelle del supporto. Nel caso in cui siano presenti delle fessure sarà necessario procedere con delle iniezioni consolidanti di resine epossidiche prima di applicare il rinforzo. Nel caso in cui il substrato si presenti in buono stato sarà comunque necessario effettuare un trattamento di idrosabbiatura fino a che l'inerte non venga messo in evidenza e comunque dopo essersi assicurati della adeguata resistenza meccanica superficiale del manufatto.

**2)** Rasatura su fresco con stucco a spatola; si presterà attenzione a chiudere tutte le porosità ed ottenere una superficie liscia.

**3)** Applicazione sul rasante fresco delle strisce di tessuto in fibra di carbonio parallelamente alle linee dello sforzo dell'elemento strutturale da rinforzare ovvero delle lamine in carbonio pultruse, quando queste siano prescritte in alternativa ai tessuti.

**4)** Saturazione del tessuto applicando a rullo più mani d'impregnante epossidico.

L'impregnazione del tessuto è una fase molto importante ai fini dell'efficacia del rinforzo. La funzione della resina costituente la matrice è quella di trasferire lo sforzo alle fibre, quindi un'incompleta impregnazione determinerà una resistenza del rinforzo inferiore rispetto a quella di progetto. Per prevenire tale risultato può essere auspicabile impregnare più tessuti con grammatura inferiore ed applicare più strati sovrapposti, per raggiungere le condizioni di rinforzo previste dal progetto. Nel caso in cui il rinforzo sia costituito da tessuti bi e quadri-direzionali la fase di impregnazione deve essere effettuata con cura ancora maggiore.

**5)** Applicazione a spolvero di sabbia silicea di granulometria fino ad 1 mm.

Il supporto così creato sarà costituito per l'eventuale applicazione di una malta a base cemento o a base di calce e cemento, secondo le indicazioni progettuali e/o della Direzione Lavori.

## **Art. 24 – Ancoraggi chimici strutturali su vari supporti**

### **24.1 Indicazioni di carattere generale**

I dati di posa (diametro del foro, lunghezza di ancoraggio, interasse dei tasselli, distanza dal bordo, ecc.) dovranno essere conformi a quanto indicato nella scheda tecnica e/o nei disegni esecutivi.

Per garantire la tenuta del fissaggio con la resina occorre, una volta forata la superficie del supporto tramite perforatore, pulire accuratamente il foro con un getto d'aria (>5 volte) e con uno scovolino (>5 volte); quindi iniettare la resina all'interno del foro e posizionare manualmente la barra con movimento rotatorio al fine di distribuire la resina uniformemente su tutta la superficie.

Se la profondità del foro fosse maggiore di 15/20cm è opportuno servirsi del tubo miscelatore in plastica da collegare all'estremità dell'ugello, affinché l'iniezione della resina raggiunga la profondità desiderata.

Una volta erogata la resina all'interno del foro, vi è un tempo brevissimo di lavorabilità in cui le barre possono essere posizionate, oltrepassato il quale non si potrà intervenire al fine di permettere il completo indurimento. Per conoscere tali valori, si faccia riferimento alle indicazioni presenti nella scheda tecnica ovvero a quanto indicato sul libretto delle istruzioni presente in ogni confezione della resina medesima.

### **24.2 Ancoraggio di barre filettate su calcestruzzo**

Fissaggio di barre filettate (tipo classe 8.8 o da indicazioni progettuali) su elementi strutturali in calcestruzzo mediante utilizzo di un adesivo composto da una resina base epossidica bisfenolo A/F (esente da stirene) con riempitivo inorganico e da una miscela indurente con poliammine, polvere di quarzo e cemento, tipo prodotti HILTI o equivalenti. L'ancorante dovrà essere idoneo per applicazioni in calcestruzzo non fessurato e fessurato, soggetto a carichi statici e dinamici (a fatica e sismici) e dovrà presentare testata resistenza al fuoco.

L'ancorante chimico impiegato dovrà possedere le certificazioni di tenuta su calcestruzzo non fessurato e fessurato (ETA, Opzione 1), sotto carichi sismici (ICC-ES) e di resistenza al fuoco (MFPA, Warrington Fire Research).

### **24.3 Ancoraggio di barre ad aderenza migliorata B450C su calcestruzzo**

Connessione di barre di ripresa ad aderenza migliorata su strutture in c.a mediante utilizzo di un adesivo composto da una resina base epossidica bisfenolo A/F (esente da stirene) con riempitivo inorganico e da una miscela indurente con poliammine, polvere di quarzo e cemento, tipo prodotti HILTI o equivalenti.

L'ancorante chimico impiegato dovrà possedere le certificazioni di tenuta su calcestruzzo non fessurato e fessurato (ETA, Opzione 1), sotto carichi sismici (ICC-ES) e di resistenza al fuoco (MFPA, Warrington Fire Research).

### **24.4 Ancoraggio di barre filettate su muratura**

Fissaggio di elementi in barre di acciaio filettate (tipo cl.8.8 o da indicazioni progettuali) su muratura semipiena/piena mediante utilizzo di un adesivo, composto da una resina uretano metacrilato ibrido (esente da stirene) con riempitivo inorganico e da una miscela indurente (dibenzoil perossido a carica inerte) con pasta cementizia, tipo prodotti HILTI o equivalenti. L'ancorante dovrà essere idoneo per applicazioni su muratura forata (semipiena) e/o piena.

L'ancorante chimico dovrà possedere le certificazioni di tenuta su muratura (SOCOTEC, DIBt) e resistenza al fuoco (MFPA).

## 2.4 - SOVRASTRUTTURA STRADALE

### Art. 25 – Fondazione stradale in misto granulare

#### Generalità

Gli strati di fondazione delle sovrastrutture stradali devono essere realizzati con misti o granulari non legati costituiti da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego.

Possono essere utilizzati, se non disponibili i materiali di cui sopra, inerti granulari riciclati trattati in impianto regolarmente autorizzato.

Lo spessore da assegnare agli strati è fissato dal progetto o, in carenza, dalla D.L.

Le miscele potranno essere formate da materiale idoneo oppure da correggersi mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche, eseguita con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o altri sistemi al fine di migliorarne le proprietà fisico meccaniche.

#### 25.1 Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati lapidei di primo impiego

Il materiale, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. la granulometria, avvenuta l'eventuale stabilizzazione, dovrà essere rappresentata da una curva compresa nel seguente fuso, ad andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

<b>Crivelli e setacci UNI</b>	<b>Miscela passante % in peso</b>
<b>Crivello 71</b>	<b>100</b>
<b>Crivello 40</b>	<b>75 – 100</b>
<b>Crivello 25</b>	<b>60 – 87</b>
<b>Crivello 10</b>	<b>35 – 67</b>
<b>Crivello 5</b>	<b>25 – 55</b>
<b>Setaccio 2</b>	<b>15 – 40</b>
<b>Setaccio 0.4</b>	<b>7 – 22</b>
<b>Setaccio 0.075</b>	<b>2 – 10</b>

3. il rapporto tra il passante allo 0.075 ed il passante allo 0.4 dovrà risultare inferiore a 2/3;
4. l'indice di plasticità, valutato secondo le norme UNI CEN ISO/TS 17892-12, sarà considerato ammissibile fino al 4%;
5. la perdita in peso, eseguita con la prova Los Angeles sulle singole pezzature, dovrà essere inferiore al 30%;
6. l'equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM dovrà risultare compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà essere eseguito anche per il materiale prelevato dopo il costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla D.L. in funzione della provenienza e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali con equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35, la D.L. richiederà in ogni caso la verifica dell'indice di portanza CBR, di seguito indicata, anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati ;
7. l'indice di portanza CBR, da eseguire sul materiale passante al crivello 25 dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà risultare non inferiore a 50. Inoltre, tale condizione dovrà risultare verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigolo vivo, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti punti 1 ,2, 4, 5, 6, salvo il caso in cui la miscela abbia un equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

## 25.2 Caratteristiche del materiale da impiegare – Aggregati riciclati

Il misto granulare per strati di fondazione costituito da aggregati riciclati dovrà possedere i requisiti di composizione indicati nella seguente tabella:

### Requisiti di composizione dei misti granulari riciclati per strati di fondazione

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di materiali ferrosi	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente ( * )	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,2% in massa
Altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,4% in massa
( * ) Decreto Legislativo n.22 del 05/02/1997 e successivi aggiornamenti e integrazioni.		

Per gli elementi dell'aggregato grosso (l'aggregato grosso è quello di dimensione  $d \geq 1$  mm e  $D > 2$  mm, dove con d si indica la dimensione dello staccio inferiore e con D quella dello staccio superiore) devono essere soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella:

### Requisiti dell'aggregato grosso dei misti granulari riciclati per strati di fondazione

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	63	63	63	63
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Sensibilità al gelo ( 1 )	UNI EN 1367-1	%	≤ 20	≤ 20	≤ 30	≤ 30
( 1 ) In zone soggette al gelo						

L'aggregato fine (è quello di dimensione  $d = 0$  e  $D \leq 6,3$  mm) deve essere costituito da elementi che possiedono le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

### Requisiti dell'aggregato fine dei misti granulari riciclati per strati di fondazione

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	N.P.	N.P.	$\leq 6$
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	$\leq 25$	$\leq 25$	$\leq 35$	$\leq 35$
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 6$	$\leq 6$	$\leq 6$	$\leq 6$

Nelle tabelle di cui sopra il livello di traffico da intendersi per il tipo di strada da realizzare è il livello PP.

I materiali riciclati devono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1, 7.2, 7.11 e 7.17 del D.M. 5.02.98 n.72 e s.m.i. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti in gesso. Pertanto tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802). Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere  $\leq 1\%$ , se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere  $\leq 0,5\%$ .

La miscela di aggregati deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella:

### Requisiti granulometrici della miscela di aggregati riciclati

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
63	100
31.5	75/100
16	50/82
10	35/70
4	22/50
2	15/40
0.5	8/25
0.125	5/15
0.063	2/10

Il rapporto tra il passante allo staccio UNI 0,063 mm ed il passante allo staccio UNI 0,5 mm deve essere inferiore a 2/3. L'indice di portanza CBR, determinato secondo quanto previsto dalla UNI EN 13286-47, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante allo staccio UNI EN 20 mm), non deve essere minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $+ 0 - 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

### 25.3 Accettazione delle miscele

La composizione delle miscele da adottare dovrà essere comunicata dall'Impresa alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato; la documentazione deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione attestanti il possesso dei requisiti elencati all'art. 70.6.3 del presente Capitolato.

Le caratteristiche di accettazione dei materiali vanno verificate prima dell'inizio dei lavori e ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza del materiale naturale o i lotti omogenei dei materiali riciclati.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, in forma scritta, fonti di approvvigionamento, tipo di lavorazioni che intende adottare, tipo e consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli in corso d'opera dalla D.L., prelevando campioni di materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

### 25.4 Modalità esecutive

La fondazione avrà spessore secondo progetto, o secondo quanto stabilito dalla D.L. in relazione alla portanza del sottofondo.

La stesa avverrà per strati successivi ciascuno dei quali non dovrà risultare di spessore finito superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm.

***Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito fino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata ed un modulo di deformazione secondo le norme CNR n° 146/92 nell'intervallo di pressione compreso tra 0.15 e 0.25 N/mmq., non inferiore a 100 N/mmq al primo ciclo di carico.***

Lo strato di fondazione, avente anche funzione anticapillare, sarà formato da misti aridi il cui valore C.B.R. saturo non sia inferiore al 50% ed il cui indice di plasticità sia inferiore od uguale a 4.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare con riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHTO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la D.L. può prescrivere l'esecuzione di **prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico (CNR 146/92)** per la determinazione dei Moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$ . La determinazione del Modulo  $M_d'$  al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato. **Il rapporto tra il valore  $M_d'$  e al secondo ciclo di carico e il valore del Modulo  $M_d$  al primo ciclo di carico non dovrà, almeno nel 95% delle determinazioni, essere superiore a 2.**

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato, e comunque approvata dalla D.L. e dovrà interessare la totale altezza dello strato di fondazione. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre cm. 1, controllato a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore finito dovrà essere quello prescritto nei disegni con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. Lo spessore dello strato di fondazione ultimato non dovrà differire di più di cm. 1 dallo spessore indicato nei disegni.

La densità ottenuta dopo il costipamento sarà verificata con la frequenza prevista all'articolo seguente per lo strato di base, a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della D.L.

Subito dopo il costipamento finale dello strato di fondazione, lo **spessore** e la **densità** dovranno essere rilevati in uno o più punti di ogni singolo tratto di m. 300 di opera completata. La campionatura dovrà essere fatta a mezzo di fori di prova o altri metodi approvati. I punti prescelti per dette misurazioni dovranno essere indicati dalla D.L. per ogni tratto di m. 300, secondo il sistema di campionatura a caso allo scopo di evitare qualsiasi sezione regolare di tali punti di prelievo ed avendo cura di toccare svariati punti della sezione trasversale. Qualora le operazioni non denunciassero scarti di spessore eccedenti le tolleranze, l'intervallo tra le prove potrà venire aumentato a discrezione della D.L. fino ad un massimo di m. 1.000 con prove saltuarie effettuate a intervalli più ravvicinati. Qualora le misure comprovassero scarti di spessore superiori alle tolleranze indicate nei disegni, misure supplementari dovranno essere effettuate ad intervalli approssimativi di m.50 fino a riportare detti spessori nei limiti di tolleranze prescritti. Qualsiasi area le cui misure non fossero in detti limiti di tolleranza dovrà essere riportata ai valori prescritti tramite eliminazione o aggiunta del necessario materiale di base sagomato e costipato secondo quanto prescritto. L'esecuzione dei sondaggi di prova e la loro colmatatura con materiale opportunamente

costipato dovrà essere fatta dall'Impresa a sue spese e sotto la supervisione della D.L.

Qualora venisse prescritto di effettuare il controllo della sezione trasversale tipo indicata nei disegni a mezzo di una sagoma del colmo stradale e di un regolo di ml. 3 a spigoli vivi, rispettivamente applicati ad angolo retto e parallelamente all'asse della strada, lo scarto registrabile tra due contatti superficiali non dovrà in nessun caso superare cm. 1,5 e cm. 1 rispettivamente per detta sagoma del colmo stradale e per il regolo a spigoli vivi. Qualora l'Impresa decidesse di produrre e di accumulare materiali inerti prima della loro posa in opera sulla strada, detti materiali dovranno essere accumulati secondo i volumi ed i luoghi indicati dalla D.L.. Prima di procedere a questa operazione detti luoghi dovranno essere decespugliati, puliti e spianati.

## **Art. 26 – Strati di fondazione o base in misto cementato**

### **Generalità**

Gli strati di misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento ed acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Possono essere utilizzati, se non disponibili i materiali di cui sopra, inerti granulari riciclati trattati in impianto regolarmente autorizzato.

Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm.

### **26.1 Materiali inerti**

#### **26.1.1 Caratteristiche dei materiali – Aggregati lapidei di primo impiego**

Saranno impiegati: frantumati di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (nella misura minima del 50% in peso totale della miscela), ghiaie, sabbie. La D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiori al limite stabilito a condizione che la miscela presenti resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni uguali a quelle di seguito indicate: tale risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0.075 mm.

I materiali avranno i seguenti requisiti:

- l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm., né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite riportate nella seguente tabella:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
Crivello 40	100
Crivello 25	60-80
Crivello 15	40-60
Crivello 25	35-50
Crivello 5	25-40
Setaccio 2	15-30
Setaccio 0,4	7-15
Setaccio 0,18	0-6

- coefficiente di frantumazione dell'aggregato non superiore a 160;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo la Norma UNI-EN 1097-2 inferiore o uguale al 30%;
- equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60;
- indice di plasticità non superiore a 6 determinato (materiale non plastico).

L'Impresa dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami a discrezione della D.L. Verrà ammessa una tolleranza di + o - 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di + o - 2 punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

## 26.1.2 Caratteristiche dei materiali – Aggregati riciclati

Il misto granulare riciclato per la formazione del misto cementato dovrà essere costituito da aggregati riciclati in possesso dei requisiti di cui alla seguente tabella:

### Requisiti di composizione degli aggregati riciclati per la formazione di misti cementati

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di materiali ferrosi	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente ( * )	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc. ( ** )	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,2% in massa
Altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	< 0,4% in massa
( * ) Decreto Legislativo n.22 del 05/02/1997 e successivi aggiornamenti e integrazioni. ( ** ) La massa dei materiali deperibili, gravata di un fattore amplificativi 5, deve essere assegnata alla categoria delle rocce degradabili per il rispetto dei requisiti riportati nelle seguenti Tabella 3.4 e Tabella 3.5		

Per gli elementi dell'aggregato grosso (definito come all'articolo relativo alla fondazione atradale) devono essere soddisfatti i requisiti indicati in tabella seguente:

### Requisiti dell'aggregato grosso dei misti granulari riciclati per la formazione di misti cementati

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	30	30	30	30
Sensibilità al gelo ( * )	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
( * ) In zone considerate soggette al gelo						

Per gli aggregati fini (definiti come all'articolo relativo alla fondazione stradale) i requisiti sono invece:

### Requisiti dell'aggregato fine dei misti granulari riciclati per la formazione di misti cementati

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 35	≥ 35	≥ 30	≥ 30
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	N.P.	≤ 6	≤ 6
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25

Nelle tabelle di cui sopra il livello di traffico da intendersi per il tipo di strada da realizzare è il livello PP.

I materiali riciclati devono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1, 7.2, 7.11 e 7.17 del D.M. 5.02.98 n.72 e s.m.i. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti in gesso. Pertanto tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802). Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1%, se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in c.a., tale valore deve essere ≤ 0,5%.

La miscela di aggregati deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella:

### Requisiti granulometrici della miscela di aggregati riciclati per misti cementati

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso
31.5	100
20	70/100
14	55/78
10	45/65
4	28/42
2	18/30
0.5	8/18
0.125	5/13
0.063	2/10

#### 26.1.3 Legante

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

La percentuale media di legante, di norma cemento tipo A 32,5 portland, pozzolanico o d'alto forno, sarà compresa tra il 3% ed il 5% in peso sul peso degli inerti asciutti. I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dal presente capitolato.

#### 26.1.4 Acqua

Dovrà corrispondere alle caratteristiche del presente capitolato. La quantità di acqua nella miscela dovrà risultare non superiore al 6% circa e prossima all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro + o - 2% del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

### 26.1.5 Miscela - Prove di laboratorio e in sito

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

### 26.1.6 Resistenza

Le miscele adottate dovranno possedere i requisiti indicati nella seguente tabella:

#### Requisiti meccanici dei misti cementati

Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 168 ore	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 168 ore (Prova Brasiliana)	CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della D.L. accettare valori di resistenza a compressione fino a  $7,5 \text{ N/mm}^2$ .

### 26.1.7 Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc. di miscela.

### 26.1.8 Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci o rulli gommati (statici o vibranti), tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinati dalla D.L. su una stesa sperimentale usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a  $0^\circ\text{C}$ . e superiori a  $25^\circ\text{C}$ . né sotto pioggia battente. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperatura compresa tra i  $25^\circ\text{C}$ . e i  $30^\circ\text{C}$ . In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di  $15^\circ\text{C}/18^\circ\text{C}$ . ed umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1-2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

### 26.1.9 Protezione superficiale

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg./mq. in relazione al tempo ed all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

### 26.1.10 Norme di controllo ed accettazione

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. controllata a mezzo di un regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spesa lo strato per il suo intero spessore.

La densità in sito non dovrà essere inferiore al 97% della densità di progetto (95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza). Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa con cadenza stabilita dalla D.L. e comunque prima dell'indurimento. Il controllo di densità potrà essere anche effettuato sullo strato finito con almeno 10-20 giorni di stagionatura, su provini estratti tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105-110 °C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino: in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% di quella di progetto.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di 6 provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione), previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei tre provini in questione e scartato il valore più basso, la media degli altri due dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio. Questo controllo dovrà essere effettuato ogni 1500 mc. di materiale costipato. La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre + o - 20% e, comunque non dovrà mai essere inferiore a 2.5 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

### Art. 27 – Banchine – pavimentazione di strade secondarie

Per la formazione delle banchine e per il risanamento e il rifacimento di strade secondarie, deviate o spostate, verranno impiegati detriti di cava leggermente plastici (indice di plasticità compreso fra 6 e 12) aventi la granulometria prevista per lo strato di fondazione. I suddetti detriti di cava, dopo essere stati approvati dalla Direzione dei Lavori, saranno compattati al 90% della densità massima della prova AASHO modificata. Gli spessori dovranno corrispondere ai disegni di progetto. I controlli e le verifiche riguardanti granulometria, spessori e densità saranno effettuati con le modalità definite dalla D.L.

### Art. 28 – Conglomerati bituminosi di base – binder - usura

#### 28.1 Caratteristiche dei materiali inerti da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi

Si intendono richiamate, comunque, le normative, circolari, istruzioni emanate in sostituzione e/o aggiornamento di quelle espressamente indicate nel seguito.

#### Aggregati naturali

##### 1 - Aggregato grosso

Per l'aggregato grosso si fa riferimento ai seguenti requisiti :

##### Per strati di BASE:

- Granulometria con andamento continuo ed uniforme compresa tra le curve limiti determinate dalla Tabella 103<sup>51</sup>.
- Coefficiente di frantumazione non superiore a 160.
- Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 30%.
- Equivalente in sabbia (prove AASHO T 176/56 – CNR, B.U. 27/92 – UNI EN 933-8), maggiore di 45.
- Limiti di liquidità (LL – ricercato sul passante al setaccio 40 ASTM)

TAB. 103 - Misti stabilizzati a bitume. Requisiti granulometrici

CRIVELLI E SETACCI			MISCELA
UNI		mm	Passante totale in peso %
Crivello	2334	40	100
"	"	30	80 ÷ 95
"	"	20	65 ÷ 90
"	"	10	45 ÷ 70
"	"	5	28 ÷ 50
Setaccio	2332	2	15 ÷ 32
"	"	0,4	6 ÷ 18
"	"	0,18	4 ÷ 8
"	"	0,075	0 ÷ 4

<sup>51</sup> Ove non diversamente prescritto. In ogni caso la Direzione dei lavori avrà facoltà di prescrivere fusi granulometrici diversi tra cui, ad esempio, le miscele 0/56 o 0/63, categoria G<sub>s</sub>, della norma UNI EN 13285.

inferiore a 30 ed indice di plasticità (IP) non superiore a 10.

#### **Per strati di COLLEGAMENTO (BINDER):**

- a) Coefficiente di frantumazione, ove richiesto, inferiore a 140 (ex norme CNR – Fasc. IV/1953).
- b) Perdita in peso alla prova Los Angeles (Norme ASTM C 131 – AASHTO T 96 – UNI EN 1097-2) inferiore al 25%
- c) Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80 (CNR, B.U. n. 65/1978 – UNI EN 1097-3).
- d) Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (norma CNR, B.U. n. 137/1992).
- e) Materiale non idrofilo.

#### **Per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:**

- a) Coefficiente di frantumazione inferiore a 120 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente Deval ove richiesto superiore a 14 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); coefficiente micro-Deval umido (MDE) non superiore al 15% (prove CNR, B.U. n. 109/85 - UNI EN 1097-1).
- b) Perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 20% (norme ASTM C 131 – AASHTO T 96 – UNI EN 1097-2).
- c) Indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953)<sup>52</sup>.
- d) Coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015 (ex norma CNR, Fasc. IV/1953); v. anche, per l'assorbimento d'acqua, le prove UNI EN 1097-6.
- e) Materiale non idrofilo, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5 % (ex norma CNR, Fasc. IV/1953).

Si precisa inoltre:

- che i pietrischetti e le graniglie, devono provenire dalla frantumazione di (materiale litoide) rocce ignee, di natura preferibilmente silicea, costituiti da granuli duri, non lamellari o lenticolari, poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, non idrofili, puliti da sostanze estranee ed esenti da polveri (comunque sostanzialmente uniforme, compatto ed esente da parti alterate); Le caratteristiche dell'aggregato grosso dovranno essere tali da assicurare la realizzazione di superfici di transito resistenti allo slittamento dei pneumatici degli autoveicoli in qualsiasi condizione ambientale e meteorologica: tale caratteristica dovrà essere mantenuta entro limiti di sicurezza accettabili per almeno 5 anni.
- che i pietrischetti e le graniglie devono inoltre essere costituiti da elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi e superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei;

## **2 - Aggregato fine**

#### **Per strati di COLLEGAMENTO (BINDER):**

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti di cui alle norme CNR, B.U. n. 139/92 (v. anche il punto 4, della UNI EN 13043). Avrà inoltre un equivalente in sabbia non inferiore a 50 (CNR, B.U. n. 27/77) ed una perdita per decantazione inferiore al 2%.

#### **Per strati di USURA e di RINFORZO TRANSITABILE:**

L'aggregato fino e gli additivi avranno le stesse caratteristiche di cui al punto precedente; inoltre gli additivi dovranno essere tali che l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello 5 UNI 2334 subisca una riduzione compresa tra un minimo di 30 ed un massimo di 50 per percentuali di additivo (calcolate in massa sul totale della miscela di aggregato) comprese tra il 5 ed il 10%.

## **3 - Additivi minerali (fillers)**

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o asphaltiche, o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare, alla setacciatura a secco, interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM<sup>53</sup>.

Per fillers diversi da quelli indicati dovrà essere richiesta preventiva approvazione della D.L..

## **Bitumi**

Il bitume da impiegare per la confezione dei conglomerati bituminosi sarà rispondente alle prescrizioni indicate

<sup>52</sup> L'indice dei vuoti "e" (rapporto tra il volume dei vuoti, compreso quello occupato dall'acqua, ed il volume dei granuli) e la porosità "n" (rapporto tra il volume dei vuoti e quello totale) sono legati dalla relazione:  $n = e/(l + e)$ .

<sup>53</sup> Per i requisiti dei fillers v. anche il punto 5 della norma UNI EN 13043.

nel presente capitolato.

### Attivanti di adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati, anche in relazione alla natura litologica dell'aggregato, dovranno essere impiegate sostanze chimiche speciali attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività) da utilizzare negli strati di base, collegamento ed usura.

Il dosaggio potrà variare a seconda della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto tra lo 0,3% e lo 0,6% del bitume da trattare. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione Lavori. Per verificare che l'attivante sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato, la Direzione Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione di bitume additivato che dovrà essere provato su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei etc.) od artificiali tipo ceramico od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione di miscele bitume-aggregato eseguita secondo le modalità della norma A.S.T.M- D 1664/80, procedimento 8.4: la prova si riterrà soddisfatta per risultati di spogliazione max del 5%. In alternativa si potrà valutare la riduzione di resistenza meccanica (DELTA %) a rottura e di rigonfiamento del conglomerato bituminoso mediante la prova Marshall secondo le norme CNR BU 149/1992.

### Bitume modificato

Per applicazioni impegnative e, comunque, per modificare le caratteristiche reologiche dei leganti bituminosi, a giudizio della D.L. e/o secondo indicazioni di progetto, al fine di incrementare le prestazioni dei conglomerati dovranno essere impiegati bitumi opportunamente additivati con polimeri. Ciò determina, nei **bitumi modificati**, un aumento dell'intervallo di plasticità e quindi la riduzione della suscettibilità termica, un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. Conseguentemente nei conglomerati tale modifica del legante comporterà una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed una migliore resistenza a fatica.

I bitumi modificati, in funzione del tipo di modifica, vengono così definiti:

- **Bitume con modifica "MEDIUM" ;**
- **Bitumi con modifica "HARD".**

Per i bitumi modificati, sia " MEDIUM " che "HARD", il produttore deve certificare le seguenti caratteristiche: penetrazione a 25°C, punto di rammollimento, recupero elastico a 25°C e la stabilità allo stoccaggio. La certificazione deve accompagnare tassativamente il quantitativo trasportato.

Il produttore deve, inoltre, indicare, nella stessa modulistica di certificazione del prodotto trasportato, le condizioni di temperatura da attuare per le operazioni di: pompaggio, stoccaggio e di lavorazione (miscelazione).

La produzione di bitumi modificati può avvenire anche agli impianti di fabbricazione dei conglomerati bituminosi, certificati in Qualità, purché i bitumi prodotti abbiano le caratteristiche richieste nella tabella seguente:

### Requisiti dei bitumi con modifica MEDIUM e HARD per conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni

Bitume				
Parametro	Normativa	unità di misura	Modifica MEDIUM	Modifica HARD
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70	50/70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 10	≤ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa•s	≥ 0,25	≥ 0,4
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 50%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di Rammollimento	UNI EN 13399	°C	≤ 3	≤ 3
<b><i>Valori dopo RTFOT</i></b>	UNI EN 12607-1			
Volatilità	UNI EN 12607	%	≤ 0,8	≤ 0,8

Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5

In questo caso sul bitume base modifica devono essere controllati almeno i valori del punto di rammollimento P.A. e della penetrazione a 25°C.

### Bitumi con modifica MEDIUM

I bitumi con modifica MEDIUM possono essere impiegati nelle miscele di base, binder e usura e vanno usati quando i bitumi tal quali non rientrano nelle caratteristiche richieste o non consentano di ottenere le volute prestazioni dei conglomerati bituminosi per tali strati. La modifica deve conseguire sul legante i risultati riportati nella tabella di cui sopra.

### Bitumi con modifica HARD

I bitumi a modifica "HARD", pur essendo utilizzabili in tutte le miscele, sono però utilizzati per la realizzazione di conglomerati bituminosi ad alto modulo con elevata durata a fatica. La modifica deve conseguire sul legante i risultati riportati nella tabella di cui sopra.

### Certificazione di qualità

I bitumi modificati da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori "Certificati in Qualità" che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione. Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9001, devono essere certificate da Enti riconosciuti, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996).

La D.L. potrà effettuare in contraddittorio ed a spese dell'Impresa, in ogni momento a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, prelievi e controlli sul prodotto finito. La non rispondenza dei requisiti, comporta, dopo eventuale ulteriore verifica, la sospensione dei lavori sino alla risoluzione delle anomalie rilevate e/o l'applicazione delle penali previste.

## 28.2 Composizione delle miscele

La miscela degli aggregati, per conglomerati con legante di tipo tradizionale, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una granulometria compresa nel fuso di cui alla tabella seguente. La percentuale di legante riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella:

### Requisiti granulometrici delle miscele di aggregati

Serie stacci UNI (mm)		Base	Binder	Usura	
				A	B
Staccio	31.5	100	-	-	-
Staccio	20	70 - 95	100	100	-
Staccio	16	-	70 - 100	-	-
Staccio	12.5	45 - 70	65 - 90	90 - 100	100
Staccio	8	35 - 58	50 - 73	70 - 90	70 - 90
Staccio	4	27 - 45	35 - 55	40 - 55	40 - 60
Staccio	2	20 - 35	25 - 38	25 - 38	25 - 38
Staccio	0.5	7 - 21	11 - 21	12 - 21	12 - 21
Staccio	0.25	4 - 15	6 - 16	9 - 16	9 - 16
Staccio	0.125	4 - 10	4 - 10	6 - 11	6 - 11
Staccio	0.063	4 - 8	4 - 8	6 - 10	6 - 10
% di bitume		4,0 - 5,5	4,5 - 6,0	4,8 - 6,3	5,0 - 6,5

(Il fuso A è da impiegare per strati di usura con spessori superiori ai 4 cm; il fuso B per spessori compresi tra 3 cm e 4 cm).

La quantità di bitume di effettivo impiego, per tutti i tipi di conglomerato bituminoso, deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico; in via transitoria si potrà utilizzare il metodo Marshall.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le caratteristiche che devono possedere le miscele in queste due casistiche:

### Requisiti delle miscele di conglomerato tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo volumetrico

<b>METODO VOLUMETRICO</b>	Strato pavimentazione			
<b>Condizioni di prova</b>	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150	100	100
Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni <sup>(*)</sup>	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2

(\*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D<sub>G</sub>

### Requisiti meccanici delle miscele per strati di usura, binder e base di conglomerato bituminoso tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo volumetrico

Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Medium e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25°C <sup>(**)</sup> (CNR 97/84)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C <sup>(**)</sup> (CNR 97/84)	N/mm <sup>2</sup>	>50	>70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25

(\*\*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

### Requisiti delle miscele di conglomerato tradizionale studiate con metodo Marshall

<b>METODO MARSHALL</b>	Strato pavimentazione			
<b>Condizioni di prova</b>	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento		75 colpi x faccia		
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	kN	9	10	11
Rigidità Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui <sup>(*)</sup>	%	4 – 7	4 – 6	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25

(\*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D<sub>M</sub>

## Requisiti delle miscele di conglomerato ad elevate prestazioni studiate con metodo Marshall

METODO MARSHALL	Strato pavimentazione			
	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Condizioni di prova				
Costipamento	75 colpi x faccia			
Risultati richiesti				
Stabilità Marshall	kN	11	11	12
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui (*)	%	4 - 7	4 - 6	3 - 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25

(\*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con  $D_M$

## Requisiti meccanici delle miscele per strati di usura di conglomerato tradizionale e ad elevate prestazioni studiate con metodo Marshall

Requisiti meccanici	Unità di misura	Bitume tal quale	Bitume Medium e Hard
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,7	> 0,8
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C <sup>54</sup>	N/mm <sup>2</sup>	> 70	> 80

## Requisiti dei bitumi con modifica MEDIUM e HARD per manti di usura speciali

Bitume			Modifica MEDIUM	Modifica HARD
Parametro	Normativa	unità di misura		
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70	50/70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 60	≥ 70
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 10	≤ - 15
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	PrEN 13072-2	Pa•s	≥ 0,25	≥ 0,4
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	≥ 50%	≥ 75%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	UNI EN 13399	°C	≤ 3	≤ 3
Variatione del punto di Rammollimento				
<b><i>Valori dopo RTFOT</i></b>	UNI EN 12607-1			
Volatilità	UNI EN 12607	%	≤ 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5

<sup>54</sup> Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot D \cdot Rt / Dc$$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino

Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

## Requisiti delle miscele per C.B. drenante studiate con metodo volumetrico

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02
Velocità di rotazione	rotazioni /min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni	%	≥ 20
Vuoti a 50 rotazioni (*)	%	≥ 16
Vuoti a 130 rotazioni	%	≥ 13
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,4
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 30
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La massa volumica ottenuta con 50 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(**) Su provini confezionati con 50 rotazioni della pressa giratoria		

## Requisiti delle miscele per C.B. drenante studiate con metodo Marshall

<b>METODO MARSHALL</b>		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
<b><u>Costipamento</u></b>		50 colpi x faccia
<i>Risultati richiesti</i>		
Stabilità Marshall	kN	> 5
Rigidezza Marshall	kN/mm	> 2,0
Vuoti residui (*)	%	> 18
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,4
Coefficiente di trazione indiretta 25°C	N/mm <sup>2</sup>	> 30
(*) La massa volumica Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		

E' facoltà dell'Amministrazione accettare composizioni delle miscele diverse da quelle sopra riportate qualora l'efficacia e le prestazioni delle nuove miscele proposte siano comprovate da studi effettuati con risultati adeguati e/o da prove o realizzazioni che abbiano dimostrato ottime prestazioni di quanto proposto.

### 28.3 Accettazione delle miscele

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, per ciascun cantiere di produzione, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi); tali prove devono essere eseguite presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione

Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. Presso i Cantieri di produzione deve essere a disposizione della Amministrazione un registro, vidimato dalla D.L., in cui siano riportati tutti i controlli di qualità operati dall'impresa con i risultati ottenuti.

La D.L., in contraddittorio ed a spese dell'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei

suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

## **Tolleranze sui risultati**

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  punti percentuali per lo strato di base e di  $\pm 3$  punti percentuali per gli strati di binder ed usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino contenuti in  $\pm 2$  punti percentuali; scostamenti del passante allo staccio UNI 0,063 mm contenuti in  $\pm 1,5$  punti percentuali.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$ .

I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Gli scostamenti predetti si riferiscono anche alle miscele proposte ed accettate dalla D.L.

## **28.4 Esecuzione dei lavori**

### **28.4.1 Confezionamento delle miscele**

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata: inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato. Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

### **28.4.2 Preparazione delle superfici di stesa**

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco.

Per **mano di ancoraggio** si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo

scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui caratteristiche sono riportate in tabella sottostante, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

Per **mano d'attacco** si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati.

Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in tabella sottostante, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in tabella sottostante dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 kg/m<sup>2</sup>.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella riportata di seguito per ciascun tipo di emulsione.

#### Requisiti delle emulsioni bituminose cationiche per mani di ancoraggio e di attacco

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%	Cationica		
				55%	60%	65%
Polarità	UNI EN 1430		> 0	> 0	> 0	> 0
Contenuto di acqua % peso	UNI EN 1428	%	30 ± 1	45 ± 2	45±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431	%	70 ± 1	55±2	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0	1-6	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	UNI EN 12846	°E	> 20	2-6	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 gg	UNI EN 1430	%	< 5	< 5	< 10	< 8
Residuo bituminoso						
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70	> 70		
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65	> 35	> 40	> 40
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 1430	%	> 75			

Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

#### 28.4.3 Posa in opera delle miscele

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento: in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni: inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C. Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t. La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Si potrà procedere alla stesa della miscela bituminosa dello strato di base solo dopo che sia stata accertata, da parte della Direzione Lavori, la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima di stendere il conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato, al fine di garantire l'ancoraggio dei due strati, si dovrà procedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso: nel caso di stesa in doppio strato, essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

## **28.5 Controlli**

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in sito.

### **28.5.1 Controllo delle forniture**

Oltre ai controlli iniziali necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non si verifichino variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di laboratorio su campioni prelevati in contraddittorio con la D.L.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

### **28.5.2 Controllo delle miscele prelevate al momento della stesa**

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Il numero dei prelievi da eseguire è riportato nella tabella sottostante. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);

- la quantità di attivante d'adesione mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile.
- Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23).
- In mancanza della Pressa Giratoria e in via transitoria vengono effettuate prove secondo il metodo Marshall per le seguenti determinazioni:
  - massa volumica (DM), stabilità e rigidità (prEN 12697-34);
  - percentuale dei vuoti residui (prEN 12697-8 );
  - perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (EN 12697-12);
  - resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana, EN 12697-23).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela di cui in precedenza.

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, viene controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (UNI EN 12697). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 cm<sup>2</sup>/(daN\*s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 10<sup>6</sup> e 26 x 10<sup>6</sup> cm<sup>2</sup>/(daN\*s).

### Controlli delle miscele prelevate al momento della stesa

STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura e Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	- J1 a 10 °C compreso tra 25 e 40 cm <sup>2</sup> /(daN*s) - Jp a 40 °C compreso tra 14 x 10 <sup>6</sup> e 26 x 10 <sup>6</sup> cm <sup>2</sup> /(daN*s)

### 28.5.3 Controlli prestazionali sugli strati finiti

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Impresa, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori. Il numero di carote da prelevare è riportato in tabella seguente. Sulle carote verranno determinati:

- Lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui;
- il modulo complesso E (UNI EN 12697-26).

Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione di quest'ultima prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della massa volumica in situ.

### Controlli prestazionali sugli strati finiti

STRATO	TIPO DI CAMPIONE O DI PROVA	UBICAZIONE PRELIEVO O DELLA PROVA	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 1000 m <sup>2</sup> di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote vuoti in sito	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di fascia di stesa	% dei vuoti della miscela di progetto
Base, Binder, Usura	Prove di portanza	Sito	Ogni 250 m <sup>2</sup> di fascia stesa	E > E di progetto o E > 6000 MPa
Usura	Aderenza e tessitura	Sito	Su tratte di almeno 200 m per un totale pari al 10% della lunghezza complessiva di ogni corsia	HS ≥ 0,4 mm (media su 50m) BPN ≥ 60 (ogni 50 m)

## Portanza

Per quanto riguarda invece le caratteristiche strutturali degli strati in conglomerato bituminoso messi in opera, il parametro di riferimento è il **modulo elastico dinamico** che sarà ricavato interpretando una serie di misure di **deflessione dinamica effettuate con attrezzature di tipo F.W.D**; per l'interpretazione delle misure di deflessione, è necessario conoscere gli spessori degli strati in conglomerato bituminoso della pavimentazione che verranno rilevati dalla D.L. durante l'esecuzione dei lavori e/o potranno essere ricavati mediante una campagna di carotaggi successivi da eseguire con le frequenze indicate dalla D.L. Per un maggiore dettaglio nella determinazione degli spessori, tale campagna di carotaggi potrà essere integrata dal rilievo in continuo della stratigrafia della pavimentazione eseguito con apparecchiatura georadar equipaggiata con antenne aventi frequenze di 0.6 GHz e 1.6 GHz.

Le prove di deflessione dinamica tipo F.W.D., in relazione al tipo di intervento effettuato e ai controlli che si vogliono effettuare, dovranno rispettare le seguenti modalità di esecuzione:

### ***i. Pavimentazione nuova o strati legati a bitume completamente rinnovati:***

A1: Valutazione del modulo medio complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume (spessore complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume  $\geq 10$  cm):

le prove di deflessione dinamica saranno eseguite sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato.

A2 : Valutazione del modulo dello strato di Base legato a bitume (spessore della Base  $\geq 10$  cm) e del modulo medio complessivo degli strati di Binder e Usura sovrastanti (spessore complessivo  $\geq 4$  cm) :

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata, almeno un giorno dopo la stesa, direttamente sulla superficie finita dello strato di base in conglomerato bituminoso mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 90° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

### ***ii. Pavimentazione risanata superficialmente o ricoperta***

B1: Valutazione del modulo complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume rinnovati od aggiunti (spessore complessivo del pacchetto degli strati rinnovati o aggiunti  $> 4$  cm):

saranno eseguite due serie di prove di deflessione dinamica; la prima serie dovrà essere effettuata entro i 60 giorni precedenti l'intervento sulla vecchia superficie della pavimentazione, mentre la seconda serie dovrà essere effettuata sulla superficie finita della pavimentazione in un periodo di tempo variabile fra il 3° ed il 120° giorno dal termine della stesa dell'ultimo strato. Le posizioni delle prove della prima serie dovranno essere identificate in maniera visibile a terra e/o a lato della piattaforma in maniera da poter posizionare le prove della seconda serie esattamente negli stessi punti.

Le prove di deflessione dinamica verranno interpretate per il calcolo del valore del modulo elastico mediante un programma di retrocalcolo di provata affidabilità e preventivamente accettato da parte della D.L. Il valore del modulo calcolato dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento del conglomerato di 20°C secondo curve di correzione proposte dalla D.L. o determinate sperimentalmente sulla stessa pavimentazione.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto B.1 si procederà all'interpretazione delle misure di deflessione della prima e della seconda serie di prove calcolando il modulo complessivo del pacchetto degli strati legati a bitume, rispettivamente, nelle condizioni precedenti l'intervento ed in quelle modificate ( dopo la sua realizzazione ) per il contributo offerto dagli strati aggiunti o rinnovati. Confrontando le rigidità nelle due condizioni del pacchetto degli strati legati a bitume sarà possibile allora calcolare il modulo elastico complessivo degli strati aggiunti o rinnovati.

Nel caso di esecuzione di una doppia serie di prove come descritto al punto A.2 la procedura da seguire è del tutto identica a quella appena descritta salvo il fatto che dalla prima serie di prove si otterrà il modulo elastico dello strato di Base e dalla seconda serie il modulo medio complessivo di tutto il pacchetto degli strati legati a bitume; confrontando le rigidità nelle due condizioni sarà possibile calcolare il modulo elastico complessivo degli strati superiori (Usura+Binder).

Le prove dinamiche tipo F.W.D. non saranno eseguite con temperature superficiali della pavimentazione oltre i 35°C evitando, nell'avanzata primavera e nella stagione estiva, le ore comprese tra le 10.00 ed il tramonto in giornate particolarmente calde.

Le misure di F.W.D. verranno effettuate al massimo ogni 50 m di corsia per aver a disposizione un campione di dati di ampiezza statisticamente accettabile, eccezionalmente, per motivi operativi e di interferenza con il traffico, l'intervallo tra le prove potrà essere esteso fino ad un massimo di 100 m. Per ciascuna tratta con tipo di intervento omogeneo, il numero di prove da eseguire, perché il campione abbia una ampiezza statisticamente accettabile, non deve essere inferiore a 12, qualsiasi sia la sua lunghezza.

Per la valutazione delle caratteristiche strutturali si farà riferimento al valore medio del modulo espresso in MPa, ricavato dai valori risultanti dalle misure puntuali di F.W.D., relativo a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere l'intera lunghezza di stesa. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione nei quali ricadono almeno 12 punti di misura e nei quali i valori dei moduli elastici sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate con metodi statistici. I valori dei moduli calcolati non potranno essere inferiori ai valori limite dichiarati nello studio di progetto della miscela o a quelli indicati in progetto quando questi ultimi siano superiori. **In assenza di precise indicazioni, il valore del modulo elastico dinamico del pacchetto di strati legati a bitume non dovrà essere inferiore a 6000 MPa.**

### **Caratteristiche superficiali: aderenza e macrotestitura**

Sulle pavimentazioni finite dovranno essere eseguite **prove per il controllo dei valori di aderenza e macrotestitura superficiale dello strato di usura** con le frequenze indicate dalla D.L.

Le misure di **resistenza ad attrito radente**, eseguite con lo **Skid Tester secondo la norma CNR 105/85**, dovranno fornire valori di **BPN** (British Pendulum Number) **uguali o maggiori di 55 (60 se richiesto espressamente dalla D.L e/o committenza e/o da indicazioni di progetto)**; la **tessitura superficiale**, misurata con **l'altezza di sabbia (HS) determinata secondo la metodologia CNR 94/83**, deve essere **maggiore o uguale a 0.4 mm**.

In alternativa, per la misura dell'aderenza e della macrotestitura, potranno essere eseguite prove ad alto rendimento utilizzando una delle apparecchiature che hanno partecipato all'esperienza di armonizzazione dell'AIPCR (1992). I valori di aderenza ottenuti con tali attrezzature dovranno essere ricondotti a valori di BPN utilizzando la relazione per il calcolo dell'IFI (AIPCR 1992), preventivamente accettata dalla D.L., con i coefficienti relativi alla particolare attrezzatura impiegata; in aggiunta potranno essere forniti anche i valori dell'IFI (F60, Sp).

Le misure di aderenza e di macrotestitura dovranno essere effettuate in un periodo compreso tra il 60° e il 180° giorno dall'apertura al traffico. Le tratte da misurare, aventi lunghezze pari almeno a 200 m, potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti non sufficiente o dubbia; in ogni caso, l'aderenza dovrà essere controllata almeno per il 50% della lunghezza complessiva della stesa. Le misure di aderenza e di tessitura dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 m e i valori misurati potranno, eventualmente, essere mediati ogni 50 m per filtrare disomogeneità occasionali e localizzate delle superfici. Per la valutazione delle caratteristiche di aderenza e tessitura superficiale si farà riferimento ai valori medi, ricavati dalle misure puntuali (passo 10 m) o dai valori già mediati ogni 50 m, relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate. Le tratte omogenee saranno individuate con una procedura statistica.

Per quanto riguarda le misure di aderenza e tessitura eseguite con il profilometro laser il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm, preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m lungo ogni striscia longitudinale, pertanto, ai fini del controllo, dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media (una sola cifra decimale) dei quattro valori ottenuti ogni 50 m (uno per ciascuna striscia longitudinale).

### **Regolarità**

L'**indice I.R.I.(International Roughness Index)**, calcolato (come definito dalla World Bank nel 1986 - The International Road Roughness Experiment) a partire dal profilo longitudinale della pavimentazione, dovrà essere:

- inferiore a 1,8 mm/m nel caso di intervento con strato di superficie steso su tutta la carreggiata;
- inferiore a 2,0 mm/m nel caso di intervento limitato a una parte della carreggiata.

Le misure di profilo longitudinale dovranno essere eseguite in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico utilizzando un profilometro laser e dovranno essere effettuate con un "passo di misura" di 10 cm.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere e le tratte da misurare (di lunghezza sempre superiore a 200 m) potranno essere localizzate nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

I valori dell'indice IRI verranno calcolati con un "passo" di 20 m a partire dal profilo longitudinale misurato. Per la valutazione della caratteristica di regolarità superficiale, nel caso di utilizzo dell'indice IRI, si farà riferimento ai valori medi, ricavati dai valori puntuali (passo 20 m), relativi a ciascuna tratta omogenea in cui è possibile suddividere la tratta misurata; per tratte omogenee si intendono quei tratti di pavimentazione, nei quali ricadono almeno 12 valori dell'indicatore e per cui i valori dell'indicatore sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale"; i valori di IRI così ricavati dovranno risultare in accordo con le prescrizioni sopra riportate.

Le tratte omogenee saranno individuate da un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

## **Art. 29 – Binder/usura con conglomerati modificati con aggiunta di polverino di gomma riciclata**

### **29.1 Usura a tessitura ottimizzata in conglomerato bituminoso tipo "DENSE GRADED"**

#### **GENERALITA' E DEFINIZIONI**

I **manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded** sono delle miscele di conglomerato bituminoso di tipo chiuso con caratteristiche granulometriche tali da ridurre, rispetto a manti di usura di tipo tradizionale, le emissioni sonore generate dal contatto ruota-pavimentazione. La riduzione del rumore da rotolamento è dovuta esclusivamente al particolare assortimento granulometrico, che consente di ottenere manti di usura con caratteristiche di tessitura tali da ridurre il rumore prodotto dai fenomeni di risonanza che si generano al contatto ruota-pavimentazione.

#### **QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI**

##### **Aggregati**

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati costituiscono la fase solida dei manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded. Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

##### Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043. Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee e da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella.1. Per la miscela di aggregato grosso deve essere misurato il valore di levigabilità (PSV) per ogni provenienza o natura petrografica del materiale utilizzato: il valore di PSV misurato sulla pezzatura minima passante allo staccio di 10 mm e trattenuta allo staccio a barre a 7,2 mm, deve essere  $\geq 50$ .

**Tabella.1 Requisiti dell'aggregato grosso per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded**

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20	LA <sub>20</sub>
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100	C <sub>100/0</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	8	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F <sub>4</sub>
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	0	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20	F <sub>h20</sub>
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 15	Sh <sub>15</sub>
Porosità	UNI EN 1936	%	≤ 1,5	-
PSV	UNI EN 1097-8	%	≥ 50	PSV <sub>50</sub>

### Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm. Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella.2. Il trattenuto allo staccio di 2 mm non deve superare il 10% qualora gli aggregati fini provengano da rocce aventi un valore di PSV ≤ 50.

**Tabella.2 Requisiti dell'aggregato fine per strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded**

Indicatori di qualità				Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore	
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f <sub>3</sub>

I filler è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati: può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella.3.

**Tabella.3 Requisiti del filler**

Indicatori di qualità			Valore	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V <sub>28/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ R&B8/16

### Legante

Il legante consiste in un **bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatico**, incorporata nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento ≥ 50°C.

Il polverino di gomma deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

1. gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
2. assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;

3. dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di  $1,15 \pm 0,05$  g/cm<sup>3</sup>;
4. quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
5. contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione. La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella tabella 4.

**Tabella 4. Requisiti di granulometria per il polverino di gomma**

<i>Serie stacci ISO 525 (mm)</i>		<i>% Passante ASTM D 5644</i>
Staccio	1.180	100
Staccio	0.850	95-100
Staccio	0.600	85-100
Staccio	0.425	45-70
Staccio	0,250	5-25
Staccio	0,075	0-5

Le proprietà richieste per il legante ed i relativi metodi di prova sono riportati nella tabella 5. La verifica delle prestazioni del legante deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione. Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e che faccia parte dell'albo dei Laboratori Ufficiali presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

**Tabella 5. Requisiti del bitume modificato con polverino di gomma**

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	25-55
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55
Resilienza a 25 °C	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	mPa·s	1500-5000
<i>Valori dopo RTFOT<sup>(*)</sup></i>			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 40
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 12
(*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN12607-1)			

## ADDITIVI E FIBRE

È escluso l'utilizzo di qualsiasi tipologia di fibre e/o additivi.

## MISCELA

La miscela degli aggregati di primo impiego da adottarsi per i manti di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in tabella seguente. La percentuale di legante totale, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella.

### dense graded

<i>Serie stacci UNI (mm)</i>		<i>Passante totale in peso %</i>
Staccio	8	100
Staccio	6,3	90 – 100
Staccio	4	65 – 85
Staccio	2	40 – 55
Staccio	1	25 – 35
Staccio	0,5	15 – 23
Staccio	0,25	10 – 17
Staccio	0,125	6 – 12
Staccio	0,063	6 – 10
Percentuale di bitume		6.0% – 7.0%
Spessore (mm)		≥ 30

Gli strati di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded devono avere uno spessore di almeno 30 mm.

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

Le caratteristiche richieste per questi strati sono qui riportate (studiate con metodo volumetrico):

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	100
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	4 – 7
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta CTI <sup>1</sup> a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	≥ 50
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con D <sub>G</sub>		
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

$$^1 \text{ Coefficiente di trazione indiretta: } CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm<sup>2</sup>

D = diametro del campione espresso in mm

D<sub>c</sub> = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

## Accettazione della miscela

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità della miscela di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

## Tolleranze sui risultati

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso, dell'aggregato fine e del passante allo staccio UNI 0,063 mm purché compatibili con i limiti del fuso riportato. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25%. I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

## ESECUZIONE DEI LAVORI

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare la miscela rispondente a quella indicata nello studio presentato ai fini dell'accettazione: ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo. Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante tra 180° C e 195° C. Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

Prima di iniziare la stesa del manto di usura a tessitura ottimizzata tipo dense graded è necessario controllare che siano rispettate le pendenze trasversali del piano di posa; in caso contrario questo deve essere risagomato; inoltre, devono essere verificate le condizioni di regolarità longitudinale e la presenza di ormaie, per valutare la necessità di eseguire un intervento preliminare di regolarizzazione del piano di posa dello strato di usura. Questi sono necessari qualora l'IRI sia maggiore di 1,8 mm/m e di 2,0 mm/m, rispettivamente per intervento su tutta o su parte della carreggiata, e le ormaie abbiano profondità maggiore di 10 mm. Eventuali interventi preliminari di risanamento profondo o di rinforzo della pavimentazione esistente, necessari a garantire la vita utile richiesta, devono essere previsti in fase di progettazione. E' poi necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale. La preparazione della superficie di stesa va eseguita prima della realizzazione dello strato di usura allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. Questo tipo di lavorazione, denominata mano d'attacco, consiste nell'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati. Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 6 dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m<sup>2</sup>. Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante. Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo). Prima dell'inizio dei lavori, ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati.

Il legante a base di bitume impiegato per le mani di attacco dovrà essere qualificato in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

**Tabella 6 Requisiti delle emulsioni bituminose cationiche per mani d'attacco**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808		
			Cationica 55%	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva Classe 2	positiva Classe 2	positiva Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53 Classe 4	≥ 58 Classe 5	≥ 63 Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45 Classe 3		
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s		10 - 45 Classe 6	10 - 45 Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130 Classe 4	70 - 130 Classe 4	70 - 130 Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074					
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220 Classe 5	≤ 220 Classe 5	≤ 220 Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35 Classe 6	≥ 35 Classe 6	≥ 35 Classe 6

**Tabella 7 Requisiti delle emulsioni bituminose modificate per mani d'attacco**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm <sup>2</sup>	≥ 1,4	Classe 6
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non deve essere superiore ai 6-7 m/min con alimentazione continua del conglomerato. Lo spessore dello strato deve essere posato per la sua intera altezza (spessore minimo: 30 mm) con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie. Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici; qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C. Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma può essere utilizzato anche un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t. Al termine

della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto. La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm. La miscela bituminosa del manto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

## CONTROLLI

Ai fini di un **controllo delle capacità dello strato di usura di ridurre la generazione del rumore da rotolamento** sul profilo longitudinale acquisito utilizzando un profilometro laser in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 45° giorno dall'apertura al traffico, lo spettro di tessitura determinato secondo la procedura prevista dalla ISO/CD 13473-4 deve preferibilmente rispettare i requisiti riportati in tabella:

Lunghezza d'onda $\lambda$ (mm)	Livello di tessitura $L_{\text{tr}}$ (dB)
63,0	$\leq 38,0$
50,0	$\leq 39,5$
40,0	$\leq 40,5$
31,5	$\leq 41,0$
25,0	$\leq 42,0$
20,0	$\leq 43,0$
16,0	$\leq 44,0$
12,5	$\leq 45,0$
10,0	$\leq 46,0$
8,00	$\leq 47,0$
6,30	$\leq 48,0$
5,00	$\geq 44,0$
4,00	$\geq 44,0$
3,15	$\geq 43,5$
2,50	$\geq 42,0$
2,00	$\geq 41,5$

Dalla miscela prelevata all'atto della stesa saranno confezionati tre campioni con Pressa Giratoria, ad un numero di rotazioni pari a 100. Sulla faccia superiore dei campioni così preparati e tagliati dello spessore pari a quello di progetto verranno controllate le **capacità di fonoassorbimento** mediante tubo di impedenza secondo la procedura definita nella UNI EN ISO 10534-2. I valori dei coefficienti di assorbimento acustico devono essere inferiori a quelli riportati in tabella:

Frequenza (Hz)	400	500	630	800	1000	1250	1600
Coefficiente di assorbimento acustico	$\alpha \leq 0,10$						

Per gli altri tipi di controllo, si richiamano le indicazioni degli articoli precedenti (serie art.38).

## TOLLERANZE SUI RISULTATI E PENALI

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo. Per percentuali dei vuoti maggiori di quelli previsti verrà applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce pari al 2,5% dell'importo dello strato per ogni 0,5% di vuoti in eccesso, fino ad un massimo del 4%; valori dei vuoti in eccesso superiori al 4% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori medi di BPN o F60, per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti verrà applicata una detrazione dell'5% dell'importo dello strato per ogni unità di BPN in meno o una detrazione dell'7% per ogni 0,01 unità di F60 in meno, fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Tali detrazioni saranno calcolate a riferimento la larghezza complessiva dello strato di rotolamento, anche se le misure interessano una sola corsia.

Per valori di medi di HS o SP, come definiti in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, inferiori ai valori prescritti per lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici)

verrà penalizzato del 50% del suo costo (da calcolare prendendo a riferimento la larghezza complessiva di tale strato anche se le misure interessano una sola corsia), fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo di aderenza e macrotestitura saranno cumulate fino ad un valore massimo del 50%.

I valori della soglia di non accettabilità sono:

BPN = 50                      F60=0,15  
 HS = 0,4 mm                Sp=34 km/h

Qualora il valore medio di aderenza (BPN o F60) o di macrotestitura (HS o SP), come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m (misure di HS con profilometro laser) sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili, l'Impresa dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza ed alla successiva stesa di un nuovo strato.

Non sono ammesse tolleranze sui valori dei coefficienti di assorbimento acustico.

## 29.2 Binder "ALTO MODULO" con aggiunta polverino di gomma

### GENERALITA' E DEFINIZIONI

I conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato ed eventualmente conglomerato riciclato. L'utilizzo del bitume modificato per il confezionamento di queste miscele permette di ottenere conglomerati bituminosi ad Alto Modulo, rispetto ai conglomerati bituminosi di tipo tradizionali confezionati con bitume semisolido (tal quale). Per questo motivo si parla di strati di binder ad elevate prestazioni. Tali miscele si utilizzano per realizzare strati di binder aventi spessore maggiore o uguale a 6 cm.

### QUALIFICAZIONE DEI MATERIALI

#### Aggregati

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all'eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni. Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043

#### Aggregato grosso

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più grandi con D minore o uguale a 45 mm e con d maggiore o uguale a 2 mm, dove con D si indica la dimensione dello staccio superiore e con d quella dello staccio inferiore. La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base abbinati agli stacci del gruppo 2 della UNI EN 13043. Deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 1.

**Tabella 1 Requisiti dell'aggregato grosso**

Parametro	Indicatori di qualità		VALORE	Categoria UNI EN 13043
	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA <sub>30</sub>
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 80	C <sub>50/30</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	20	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F <sub>4</sub>
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f <sub>1</sub>
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30	Fl <sub>30</sub>
Porosità	UNI EN 1936	%	≤ 1,5	-

## Aggregato fine

Designazione attribuita agli aggregati di dimensioni più piccole con D minore o uguale a 2 mm e contenente particelle che sono per la maggior parte trattenute su uno staccio di 0.063 mm. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D = 4 mm. Deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 2

**Tabella 2 Requisiti dell'aggregato fine**

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f <sub>3</sub>

I filler è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati bituminosi ad elevate prestazioni deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 3

**Tabella 3 Requisiti del filler**

Indicatori di qualità			VALORE	Categoria UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V <sub>28/45</sub>
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

## Conglomerato riciclato

Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo). Per il confezionamento di strati di binder ad elevate prestazioni può essere utilizzato conglomerato riciclato proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura. La percentuale e la provenienza del conglomerato riciclato da impiegare deve essere obbligatoriamente dichiarata nello studio di progetto della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione", riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati:

Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)
≥ 85	< 15

## Legante

Il legante consiste in un **bitume modificato con polverino di gomma riciclata di pneumatico**, incorporata nel bitume tramite processo "wet". L'aggiunta a caldo del polverino di gomma, in ragione del 15÷22% riferito al peso totale del legante (bitume + polverino di gomma), modifica la struttura chimica e le caratteristiche fisico-meccaniche del bitume base.

Il bitume base deve appartenere alla classe 50/70 definita dalla norma UNI EN 12591 e possedere un punto di rammollimento ≥ 50°C.

Il polverino di gomma deve essere ottenuto dal riciclaggio di pneumatici di automobili o autocarri e deve possedere le seguenti caratteristiche:

1. gomma di pneumatico, 100% vulcanizzata;
2. assenza di fibra, tessuto, metallo o di qualsiasi altro materiale contaminante;
3. dopo la triturazione deve presentarsi come una polvere, non incollata, di materiale granulare con un peso specifico di  $1,15 \pm 0,05$  g/cm<sup>3</sup>;
4. quantità di polvere minerale, carbonato di calcio o talco (utilizzato per impedire l'aderenza delle particelle), non superiore al 4% del peso della gomma;
5. contenuto d'acqua non superiore al 2% in peso, per evitare la formazione di bollicine d'aria durante il processo di miscelazione. La granulometria del polverino di gomma deve rispettare i requisiti indicati nella tabella

Serie stacci ISO 525 (mm)		% Passante ASTM D 5644
Staccio	1,180	100
Staccio	0,850	95-100
Staccio	0,600	85-100
Staccio	0,425	45-70
Staccio	0,250	5-25
Staccio	0,075	0-5

Le proprietà richieste per il legante AR ed i relativi metodi di prova sono riportati nella tabella che segue. La verifica delle prestazioni del legante deve essere eseguita non prima di 45 minuti dalla sua produzione. Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e che faccia parte dell'albo dei Laboratori Ufficiali presso il Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture.

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	25-55
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55
Resilienza a 25 °C	ASTM D 3407	%	≥ 20
Viscosità dinamica a 175°C, (20 giri/min)	UNI EN 13302	mPa·s	1500-5000
Valori dopo RTFOT(*)			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 40
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 12

(\*) Rolling Thin Film Oven Test (UNI EN12607-1)

## ADDITIVI E FIBRE

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali ed artificiali che prendono il nome di additivi.

### Attivanti di adesione

Gli attivanti di adesione sono additivi tensioattivi che favoriscono l'adesione del bitume-aggregato, utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose. Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio delle miscele e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati, e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nel presente capitolato. L'attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche stabili anche se sottoposto a temperatura elevata (190 °C) per lunghi periodi (15giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume, devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione all'interno del legante bituminoso. La presenza ed il dosaggio degli attivanti di adesione nel bitume vengono verificati mediante prova di separazione cromatografica su strato sottile. Attivanti chimici funzionali Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono prodotti studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o impiego di riciclati in miscele tradizionali, essi sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare; il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto e dovrà essere espressamente verificata nello studio di mix design preliminare.

## MISCELA

La composizione indicativa della miscela per strati di binder ad elevate prestazioni è qui riportata.

Serie stacci UNI (mm)		Passante totale in peso %
Staccio	20	100
Staccio	16	80 – 100
Staccio	12,5	65 – 90
Staccio	8	50 – 73
Staccio	4	35 – 55
Staccio	2	25 – 38
Staccio	0,5	11 – 21
Staccio	0,25	6 – 16
Staccio	0,125	4 – 10
Staccio	0,063	3 – 7
% di bitume		4,5 – 5,5

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella. La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31.

Le caratteristiche richieste per gli strati di binder in conglomerato bituminoso ad elevate prestazioni sono le seguenti:

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni (*)	%	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*) (**)	%	3 – 6
Vuoti a 180 rotazioni (*)	%	≥ 2
(*) Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		
(**) La massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$		

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	1,0 – 1,9
Coefficiente di trazione indiretta CTI <sup>1</sup> a 25 °C (***) (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	>80
Sensibilità all'acqua ITSR a 25 °C (***) (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80
(***) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

$$^1 \text{ Coefficiente di trazione indiretta: } CTI = \frac{\pi \cdot D \cdot ITS}{2 \cdot D_c}$$

dove:

ITS = resistenza a trazione indiretta espressa in N/mm<sup>2</sup>

D = diametro del campione espresso in mm

$D_c$  = spostamento di compressione a rottura espresso in mm

Sui provini confezionati al 100% della  $D_G$  deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidezza (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidezza a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà soddisfare i valori riportati:

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valore
Modulo di rigidezza a 20 °C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C)	MPa	5500 – 12000

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori lo studio di progetto della miscela che intende adottare, in originale e firmato dal responsabile dell'Impresa. Esso deve essere corredato da una completa documentazione degli studi effettuati e contenere i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata, operando i controlli di produzione e di messa in opera secondo il Sistema di Qualità da essa adottato. La D.L., in contraddittorio con l'impresa, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Impresa sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera che sono espressamente richiamati in questo articolo.

### **Tolleranze sui risultati**

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 3$  punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di  $\pm 2$  punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di  $\pm 1,5$  punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$ . I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

### **ESECUZIONE DEI LAVORI**

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte. Al fine di garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela, nonché una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati, la produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità. Si possono impiegare anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata. In ogni caso, l'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione; ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del bitume. Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C. Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura. Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso. Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190° C e quella del legante tra 185° C e 195° C. Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso la lavorazione corrispondente prenderà il nome rispettivamente di mano di ancoraggio e mano d'attacco. Per mano di ancoraggio si intende l'applicazione di emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso allo scopo di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, le cui

caratteristiche sono riportate in tabella seguente, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/mq. Per mano d'attacco si intende l'applicazione di una emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo) al di sopra di una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, con lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia tra i due strati. Il dosaggio del materiale da impiegare, nonché le sue caratteristiche, variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione: nel caso di nuove costruzioni, si utilizzerà una emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), le cui caratteristiche sono riportate in tabella dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/mq. Se il nuovo strato deve essere realizzato sopra una pavimentazione esistente è consigliato l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate nella seconda tabella, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m<sup>2</sup>. Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessurate mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

**Tabella 7 Requisiti delle emulsioni bituminose cationiche per mani di ancoraggio e di attacco**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808					
			Cationica 55%		Cationica 60%		Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63	Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3				
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074								
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6

**Tabella.8 Requisiti delle emulsioni bituminose modificate per mani di attacco**

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 67	Classe 8
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s	10 - 45	Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4
Adesività	UNI EN 13614	%	≥ 90	Classe 3
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 100	Classe 3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 55	Classe 2
Pendulum test	UNI EN 13588	J/cm <sup>2</sup>	≥ 1,4	Classe 6

Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifica UNI EN 13808	
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75	Classe 5

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrofinitrici devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o

arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C. Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati, ma possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione la percentuale dei vuoti della miscela non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto. La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm. La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

### **Art. 30 – Conglomerato bituminoso colorato**

Il conglomerato bituminoso COLORATO, per manto di usura di piste ciclabili - percorsi pedociclabili, dovrà essere realizzato con bitume distillato 50-70 secondo UNI EN 12591:2009 e aggregati secondo UNI EN 13043:2004 colore ROSSO e certificato CE secondo la UNI EN 13108-1:2016 con curva granulometrica continua 0/6 mm e aggiunta di OSSIDO DI FERRO.

Spessore finito compresso minimo 3 cm.

## **2.5 – SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE STRADALI - FOGNATURE**

### **Art. 31 – Tubazioni per fognoli – condotte principali**

#### **31.1 Tracciati e scavi delle trincee**

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni dovranno essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Dove le deviazioni fossero previste con impiego di pezzi speciali, il tracciato dovrà essere predisposto con angolazioni corrispondenti alle curve di corrente produzione o alle loro combinazioni (curve abbinata).

La larghezza degli scavi, al netto delle eventuali armature, dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire, ma comunque in modo da impattare il meno possibile con la sede stradale (tracce di larghezza contenuta); peraltro, in corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali, da effettuarsi entro lo scavo, dovranno praticarsi nello stesso delle bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio. Questo senza costituire per l'Appaltatore diritto a maggiori compensi; lo stesso dicasi per eventuali svasature delle pareti di scavo.

La trincea finita non dovrà presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante, le pareti dovranno essere quanto più possibili verticali (salvo prescrizioni per la sicurezza degli operatori) ed il fondo dovrà avere andamento uniforme, con variazioni di pendenza ben raccordate, senza punti di flesso, rilievi o infossature (maggiori di 3 cm), in modo da garantire una superficie di appoggio continua e regolare.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque pluviali o che siano interessate da cadute di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi. Del pari si eviterà, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito (con esclusione dei giunti), che verificandosi nonostante le precauzioni l'inondazione dei cavi, le condotte possano riempirsi o, se chiuse agli estremi, possano essere sollevate.

Di conseguenza ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per la mancanza delle necessarie cautele, sarà a tutto carico dell'Appaltatore.

Saranno inoltre a totale carico dell'Impresa gli oneri derivanti dalla presenza di cavi, tubazioni, manufatti, ivi compresi i ritardi causati dai lavori di spostamento ed adeguamento dei servizi, eseguiti sotto il controllo dei rispettivi Enti gestori. Con l'appalto l'Impresa prende atto che ha già tenuto conto di questi oneri in sede di offerta.

### **31.2 Scarico dai mezzi di trasporto**

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere.

### **31.3 Pulizia dei tubi e accessori**

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, raccordo o accessorio, dovrà essere accuratamente pulito dalle tracce di qualunque altro materiale estraneo; dovrà evitarsi inoltre che nell'operazione di posa detriti o altro si depositino entro la tubazione provvedendo peraltro, durante le interruzioni del lavoro, a chiuderne accuratamente le estremità con appositi tappi. Accorgimento da intendersi incluso nel prezzo della fornitura.

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

Ogni condotta di progetto dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture; resterà quindi vietato l'impiego di spezzoni, ove non riconosciuto strettamente necessario per le esigenze d'impianto.

I tubi verranno calati nelle trincee con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto di montaggio, così da evitare spostamenti notevoli lungo gli scavi. Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta dovrà essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori e secondo la buona regola dell'arte. In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti sfiati o scarichi; ove così si verificasse, l'Appaltatore dovrà a proprie spese rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da prescrizione. Nessun tratto di tubazione dovrà essere posato in orizzontale. I bicchieri dovranno essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori. Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea dovranno essere rigorosamente disposti su una retta. Saranno comunque ammesse deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentono) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi dovranno essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

Nel prezzo di appalto, ancorché al metro lineare, si intendono compresi gli oneri per l'impiego di raccordi, curve, sifoni, giunti necessari per il collegamento mutuo delle tubazioni e/o per l'innesto a pozzetti.

Tipologia, materiali, tecnica di sigillatura giunti comunque compatibili con le specifiche della condotta principale. Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo la migliore tecnica e non dovranno dar luogo a perdite di alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.).

### **31.5 Prova di tenuta delle tubazioni**

Prima del rinterro, su richiesta della D.L., si eseguirà una prova di impermeabilità, o altre prove (VIDEOISPEZIONE) a discrezione della D.L., dell'ENTE GESTORE e/o del collaudatore se nominato tutte a carico dell'Impresa. Prima di iniziare la prova si procederà a sigillare i due tubi estremi del tratto da verificare. La tubazione verrà quindi riempita di acqua avendo cura che essa non subisca spostamenti o sollevamenti, lasciando in ogni caso libere le giunzioni in modo da poter facilmente individuare eventuali punti permeabili. Si applicherà quindi per la durata di 15 minuti la pressione di prova che, a norma dell'art. 4 della Normativa tecnica per tubazioni" approvata con D.M. 12.12.1985 e s.m.i, sarà pari a quella realizzabile fra l'asse della tubazione e la quota media del piano stradale o di campagna. La pressione dovrà essere controllata con un manometro o un piezometro. Se durante il tempo prescritto la pressione diminuisce si dovrà aggiungere altra acqua per mantenere costante il valore iniziale. Nel caso si notassero punti permeabili la prova dovrà essere interrotta per riparare i difetti e, in seguito, ripetuta per altri 15 minuti.

Le prove saranno effettuate per tronchi di lunghezza media di 300m<sup>55</sup>, restando però in facoltà della Direzione aumentare o diminuire tali lunghezze. L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto sarà necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo. Dovrà approvvigionare quindi l'acqua per il riempimento delle tubazioni (pure nel caso che mancassero gli allacciamenti alla rete o a qualunque altra fonte di approvvigionamento diretto), i piatti di chiusura, le pompe, i rubinetti, i raccordi, le guarnizioni, i manometri registratori e le opere provvisorie di ogni genere.

Le prove saranno eseguite in contraddittorio tra la Direzione Lavori e l'Appaltatore e, per ogni prova dal risultato positivo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

### **31.6 Ripristino scavi – tracce/trincee**

Il ripristino di scavi, tracce/trincee dovrà essere condotto secondo il vigente *disciplinare (comunale o provinciale e comunque dell'Ente proprietario o competente della gestione dell'infrastruttura) relativo agli interventi stradali sui sottoservizi.*

## **Art. 32 – Caditoie e chiusini**

L'installazione e la posa di prodotti dovranno risultare conformi alla norma UNI EN 124 "Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo di qualità", nell'edizione vigente.

### **32.1 Termini e definizioni**

1 Chiusino: elemento costituito da una parte fissa (telaio) ed una (o più) mobile (coperchio) destinato ad essere posizionato su pozzetti di raccolta ed ispezione per la loro chiusura ed accesso; comprende eventuali guarnizioni, sistemi di vincolo, di bloccaggio e chiusura.

2 Caditoia; elemento costituito da una parte fissa (telaio) ed una (o più) mobile (griglia) destinato ad essere posizionato su pozzetti di raccolta ed ispezione permettendo il deflusso dell'acqua di scorrimento; comprende eventuali guarnizioni, sistemi di vincolo, di bloccaggio e chiusura.

3 Telaio: elemento fisso che alloggia e sostiene un coperchio o una griglia.

4 Coperchio: elemento mobile che copre l'apertura del pozzetto di raccolta o d'ispezione.

5 Griglia: elemento mobile che copre l'apertura del pozzetto di raccolta o d'ispezione e che consente il deflusso dell'acqua di scorrimento.

6 Dimensione di passaggio: diametro del massimo cerchio inscrivibile all'interno della sezione netta del telaio.

7 Sezione netta: area libera della minor figura geometrica ottenuta con una proiezione verticale della parte interna del telaio o della parte superiore interna del pozzetto.

### **32.2 Condizioni di fornitura**

Verificare che il chiusino/caditoia sia conforme alla norma UNI EN124 ed in particolare riporti sia sul telaio sia sul coperchio/griglia le marcature: • EN124 • la classe appropriata all'uso a cui è destinato (es. D400 o C250) • il nome o l'identificazione del produttore e il luogo di fabbricazione anche in codice • il marchio dell'ente di certificazione.

Il chiusino o la caditoia devono sempre essere della classe appropriata in funzione del luogo d'impiego e, di conseguenza, delle sollecitazioni a cui sarà soggetto (secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN124); in caso di dubbio si dovrà sempre utilizzare un dispositivo della classe superiore a quella strettamente prevista, previo giudizio della DD.LL.

Il telaio del dispositivo dovrà avere forma simile a quella del pozzetto su cui andrà posato e la dimensione di passaggio potrà essere più o meno uguale a quella del pozzetto purché sia garantito il completo appoggio della sua base sulla testata.

L'altezza del telaio, compatibilmente ai requisiti della norma, dovrà essere uguale o minore della profondità dell'alloggiamento (quota superiore del pozzetto rispetto alla superficie stradale), in modo da ottenere, a lavoro ultimato, pari livello fra telaio, coperchio/griglia e pavimentazione. Sarebbe preferibile che la profondità del vano d'alloggiamento fosse sempre maggiore di qualche cm (ad esempio 5/10) dell'altezza del telaio per consentire di realizzare un letto di posa in calcestruzzo a garanzia di una corretta distribuzione dei carichi sul piano di appoggio.

---

<sup>55</sup> Per le condotte non in pressione, nel caso in cui lungo la linea vi fossero dei pozzetti d'interruzione o di ispezione (condotte fognanti) le tratte da assoggettare alla prova saranno quelle situate tra due pozzetti consecutivi.

### **32.3 Materiale di spessoramento**

Questo materiale viene utilizzato quando è necessario innalzare il livello dell'alloggiamento sulla testa dei pozzetti, portando e sostenendo il telaio alla quota voluta, per esempio nel caso di rifacimento di manti stradali o per lavori di rinforzo.

Devono essere realizzati e prodotti con materiali idonei all'utilizzo a cui sono destinati, con adeguata resistenza allo schiacciamento: muratura di mattoni pieni, coronamento in calcestruzzo armato (l'incidenza dell'armatura si intende ricompresa nella voce di elenco prezzi della posa in opera) o lapidi forate in cls prefabbricato.

### **32.4 Nuove installazioni**

La profondità del vano di alloggiamento deve essere realizzata tenendo conto dell'altezza dei dispositivi da installare, in modo da evitare il più possibile l'uso di spessori raggiungi quota. L'estensione dello stesso vano di alloggiamento deve essere almeno 1,5 volte la dimensione massima esterna del telaio del dispositivo da installare, al fine di avere un consistente ed uniforme cordolo in calcestruzzo (eventualmente debolmente armato) attorno allo stesso.

Assicurarsi che il telaio e la sede di posa sul pozzetto siano puliti eliminando eventuali tracce di fango, grasso e detriti. Irruvidire la testa del pozzetto/camera in modo da migliorare la presa del materiale di posa. Il letto di posa deve avere uno spessore omogeneo e la superficie va levigata fino ad ottenere una finitura liscia. E' possibile impiegare piccole casseforme in legno per la riquadratura dei letti di posa.

Il posizionamento in quota del telaio deve essere eseguito prontamente, subito dopo la stesura del materiale per la posa, centrando la sezione netta del telaio con quella del pozzetto ed esercitando una pressione adeguata sul letto di posa in modo da assicurare una salda presa. Non è ammesso il posizionamento del telaio direttamente sulla testa del pozzetto. Il telaio deve essere posizionato sul letto di posa in modo tale che la superficie d'appoggio dello stesso si trovi adeguatamente supportata dalla testa del pozzetto/camera.

Ricorrere ad eventuali armature metalliche o tasselli di fissaggio secondo le indicazioni del produttore e/o della Direzione Lavori e/o di progetto (questi intesi ricompresi nel prezzo di elenco).

Le superfici del letto di posa esposte, sia all'interno che all'esterno del telaio, devono essere lisce e rese uniformi, mentre eventuali frammenti liberi vanno eliminati.

Il coperchio/griglia dovrebbe essere inserito con cautela nel telaio (ad esempio per mezzo di un dispositivo di sollevamento meccanico o utilizzando chiavi di sollevamento a steli lunghi) solo dopo che il materiale abbia fatto una sufficiente presa e resistenza alla compressione, per non comprometterne il corretto posizionamento, e solo dopo accurata verifica e pulizia delle sedi di appoggio, di eventuali guarnizioni, articolazioni o sistemi di vincolo e di ogni particolare che sia soggetto ad interferire con i meccanismi di apertura e di chiusura.

Il riempimento della sede di scavo, dopo l'opportuno rinterro, deve essere fatto con lo stesso materiale di posa, oppure con calcestruzzi o con conglomerato a freddo che offra un valore di stabilità misurato con prova Marshall di almeno 650 kg bagnato prima della costipazione con piastra vibrante, lasciando uno spessore di almeno 3÷4 cm per permettere la finitura a livello del manto stradale o calpestabile con la stesura dell'asfalto, o altro rivestimento di progetto.

### **32.5 Lavori di ripristino – messa in quota di elementi esistenti**

Ispezionare il pozzetto per rendersi conto della situazione in cui ci si trova; sistemi di vincolo o di chiusura dei coperchi/griglie od altri accessori che ne determinano la stabilità non devono essere rimossi fino a quando non si inizieranno i lavori di ripristino. Segnare la posizione dei tagli da effettuare nella pavimentazione in previsione della rimozione del chiusino: questi tagli dovrebbero creare un vano di alloggiamento che sia almeno 1,5 volte maggiore della dimensione massima esterna del telaio del dispositivo da rimuovere/installare, al fine di avere un consistente ed uniforme cordolo in calcestruzzo attorno allo stesso. Se compaiono spaccature o segni di rottura nel materiale della pavimentazione, i tagli devono essere eseguiti 50 mm all'esterno della spaccatura formata fino ad ottenerne l'eliminazione.

Tagliare l'intera profondità degli strati che compongono la pavimentazione seguendo il perimetro intorno al telaio. Rimuovere il materiale che si trova fra il taglio ed il telaio, in modo da rivelare il telaio stesso e tutta la larghezza delle pareti del pozzetto.

Esaminare il coperchio ed il telaio per constatare se sono adeguati al riutilizzo e se sono in condizioni sufficientemente buone per essere reinstallati. Se il coperchio/griglia o il telaio risultano non più idonei deve essere sostituita l'unità completa e non solo l'elemento deteriorato. L'uso di un coperchio/griglia nuovo in un vecchio telaio, e viceversa, deve essere assolutamente evitato. Qualsiasi pezzo di calcestruzzo o di altro materiale deve essere rimosso, e l'intero telaio ben ripulito per mezzo di una spazzola di ferro o carta abrasiva (operazioni comprese nel prezzo di appalto).

Per quanto attiene eventuali spessoramenti, nuovi letti di posa e finiture si rimanda la caso precedente delle nuove installazioni.

Prima di rendere transitabile il chiusino attendere e rispettare i tempi di maturazione forniti dal produttore del cemento o del prodotto equivalente utilizzato; in mancanza d'indicazioni diverse, rispettare un tempo d'attesa di almeno 72 ore.

## **2.6 - SEGNALETICA VERTICALE ED ORIZZONTALE**

### **Art. 33 - Segnaletica**

#### **33.1 Generalità**

Tutta la segnaletica stradale dovrà essere realizzata nel pieno rispetto del Regolamento di esecuzione del "Codice della Strada"<sup>56</sup> ed uniformandosi a quelle norme che dovessero essere emanate nel corso della validità del presente appalto.

La Direzione Lavori potrà peraltro richiedere all'Appaltatore, anche qualora già previsto nel progetto, la redazione di un preventivo progetto grafico il quale, nei casi specificatamente previsti dalle norme (autostrade, strade di grande traffico), dovrà essere sottoposto all'esame ed all'approvazione del Ministero Infrastrutture e Trasporti. Progetto a carico esclusivo dell'Impresa da ritenersi incluso nel corpo dell'appalto.

I simboli dovranno essere sempre rigorosamente identici a quelli previsti dalle norme, salvo la diversità delle dimensioni a seconda del formato del segnale. Anche il proporzionamento tra simboli e zone di colore, tra iscrizioni e fondo circostante dovrà essere rigorosamente costante per tutti i segnali dello stesso tipo, per qualunque dimensione. Il progetto dei vari segnali dovrà pertanto essere condotto sul piano della perfetta similitudine ovvero, praticamente, per ingrandimento o trasporto fotografico dei disegni ufficiali.

L'Appaltatore dovrà garantire per la durata di almeno 12 mesi dalla data del collaudo la buona conservazione della segnaletica verticale, tanto contro i difetti di costruzione quanto contro quelli di ogni singolo materiale costituente il segnale. Pertanto resteranno a suo carico la sostituzione ed il ripristino di tutti quei cartelli che abbiano ad alterarsi o deformarsi per cause naturali (temperatura, vento, acqua, ecc.), senza onere alcuno da parte dell'Amministrazione e dietro semplice richiesta scritta.

#### **33.2 Segnaletica verticale**

Sarà costituita da cartelli triangolari di pericolo (lato 90 o 120 cm), da cartelli circolari di prescrizione (divieto ed obbligo, lato 60 o 90 cm) e da cartelli rettangolari o quadrati di indicazione.

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere forniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolari Ø 48 o 60 o Ø 90).

La posa dei sostegni sulle banchine, su marciapiede o spartitraffico dovrà essere effettuata annegando il piede degli stessi in blocchi di calcestruzzo a 300 kg/m<sup>3</sup> di cemento; blocchi le cui dimensioni dovranno essere proporzionate agli sforzi da sopportare in rapporto alle dimensioni dei pannelli segnaletici e che comunque non dovranno essere mai inferiori a 30 x 30 x 60h cm.

L'altezza di posa dei segnali dovrà essere compresa tra 0,60 ÷ 2,20 m, misurati tra il bordo inferiore dei cartelli ed il piano stradale e la distanza tra il bordo del cartello e il bordo bitumato della strada deve essere non inferiori a ml 0,50.

---

<sup>56</sup> In particolare v. il paragrafo 3 (artt. 77 ÷ 136) per ciò che concerne la segnaletica verticale ed il paragrafo 4 (artt. 137 ÷ 155) per quella orizzontale.

### **33.3 Segnaletica orizzontale**

Dovrà essere eseguita preferibilmente con compressori a spruzzo. La segnaletica dovrà presentare densità superficiale uniforme, sagome a bordi netti e senza sbavature, andamento geometrico perfettamente regolare.

Nel prezzo di appalto della posa è da intendersi compreso, oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale, il personale ed i dispositivi di protezione e di segnalazione necessari per l'esecuzione dei lavori, anche in presenza di traffico, ed ogni onere relativo alla eventuale deviazione o regolazione dello stesso.

#### **Preformati in laminato elasto-plastico**

La Ditta aggiudicataria, dovrà presentare, su richiesta della D.L., campioni rappresentativi della fornitura e, a garanzia della conformità dei campioni stessi e delle successive forniture, i certificati di analisi o copia rilasciata da Istituti riconosciuti, competenti ed autorizzati.

Il laminato elastoplastico potrà essere posto in opera:

- ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso
- a semi-incasso, su pavimentazioni nuove, entro 24 ore dalla stesura dei manti bituminosi.
- su pavimentazione già esistente, mediante idonei collanti da stendere sulla pavimentazione sottoposta ad idonea preparazione.

In caso di pose estese di strisce longitudinali (mezzeria e/o margine), il suddetto materiale potrà essere messo in opera mediante una macchina applicatrice semiautomatica o automatica motorizzata, dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento e lama di taglio per garantire una posa veloce e precisa, in modo di causare il minor disagio possibile per l'utenza ed ottenere un risultato ottimale in termini di precisione di installazione.

Ai sensi dell'art. 14 lettera E del D.Lgs 358/92 così come espresso dal D.P.R. 573/94 e della circolare del Ministero dei LL.PP. n. 2353 del 16.05.1997 per garantire le richieste del presente Capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato attestante che il preformato rifrangente è prodotto da azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN ISO 9001
- certificato comprovante la presenza di microsferi di tipo ceramica per i laminati di tipo 2
- certificato di conformità ai valori di rifrangenza
- certificato di conformità ai valori di antiscivolosità.

#### **Durata – garanzia – penali**

Tutti i materiali impiegati dovranno essere riconosciuti idonei dalla Direzione Lavori; l'Impresa resta comunque totalmente responsabile della riuscita del lavoro.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione: certificazione di Qualità ISO 9000. L'impresa stessa o i propri fornitori, ai sensi della Circolare n. 2357 del 16.5.1996 del Ministero dei Lavori Pubblici e successive modifiche ed integrazioni e conformemente alle Norme EN ISO 9002/94, realizzeranno la fornitura dei materiali occorrenti come prescritto dalle norme tecniche predisposte dalla stazione appaltante e secondo i criteri che assicurano la qualità ai sensi della Circolare medesima.

La qualità dei materiali dovrà essere comunque verificata tutte le volte che il Comune lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori. Nel caso che i materiali dovessero risultare diversi da quelli dichiarati, l'Impresa provvederà a sua cura e spese alla completa sostituzione del materiale non idoneo anche se già posto in opera.

La durata del materiale in strada non dovrà essere inferiore a 6 anni.

I valori di retroriflettenza misurati con attrezzatura portatile in sito o con attrezzatura ad alto rendimento (tipo Ecodyn), che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN 1436, appendice B, dovranno alla partenza avere i limiti indicati ai punti precedenti; al di sotto di detti valori (con tolleranze del 5%) si applicheranno detrazioni pari al 10% del prezzo totale.

Nei 6 anni di garanzia il valore di retroriflessione non dovrà mai scendere al di sotto di 100 mcd lux-1 mq, ed il valore di antisdrucchiolo non dovrà mai scendere al di sotto dei 50 SRT, pena il rifacimento gratuito dei tratti sotto i valori indicati.

### 33.4 Delineatori di margine – indicatori chilometrici

Per i delineatori stradali e gli indicatori chilometrici valgono le prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e relative norme di esecuzione.

### 33.5 Cancellazione di segnaletica (anche provvisoria)

La cancellazione della segnaletica orizzontale di qualsiasi tipo (anche in termo-plastico) e dimensione deve essere eseguita, salvo diversa indicazione progettuale, esclusivamente con sistema ad "idrocancellazione" in grado di non danneggiare in alcun modo la pavimentazione; con rimozione immediata del materiale di risulta a mezzo aspirazione. Il prezzo di appalto si intende comprensivo degli oneri di smaltimento a carico impresa.

Come sopra detto, se indicato negli elaborati di appalto, alternativamente e comunque previa autorizzazione della DD.LL, la cancellazione potrà avvenire con apposita macchina scarificatrice o eventualmente mediante ricoprimento con vernice di colore nero se autorizzata dal Ministero II.TT.

## 2.7 – BARRIERE SICUREZZA STRADALE

### Art. 34 – Barriere di sicurezza metalliche

#### Generalità

Si riassume il **quadro normativo di riferimento** per l'impiego delle barriere stradali di sicurezza:

- D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992 (Regolamento istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza)
- D.M. LL.PP. d.d. 15/10/1996 (Aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992)
- D.M. LL.PP. d.d. 03/06/1998 (Ulteriore aggiornamento del D.M. LL.PP. n. 223 d.d. 18/02/1992)
- D.M. LL.PP. d.d. 11/06/1999 (Integrazioni del D.M. LL.PP. d.d. 03.06.1998)
- Circolare LL.PP. d.d. 06/04/2000 (Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere di sicurezza stradali)
- D.M. II.TT. d.d. 21/06/2004 (Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere di sicurezza stradali)
- DIRETTIVA II.TT. 25/08/2004 (Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali)
- Circolare Ministero dei Trasporti Prot.000104862 15.11.2007 (Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004)
- Circolare Ministero dei Trasporti Prot.62032 21.07.2010 (Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali)
- DECRETO 28 giugno 2011 Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale.
- DECRETO II.TT 01 aprile 2019 Dispositivi stradali di sicurezza per i motociclisti

Il D.M. II.TT. 21/06/2004, che aggiorna le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le loro prove, recepisce le direttive europee e le norme UNI 1317-1/2/3/4.

Con riferimento allo stesso D.M. II.TT. 25/08/2004 le barriere vengono classificate secondo i **seguenti livelli di contenimento**:

Classe N1:	Contenimento minimo	Lc = 44 kJ
Classe N2:	Contenimento medio	Lc = 82 kJ
Classe H1:	Contenimento normale	Lc = 127 kJ
Classe H2:	Contenimento elevato	Lc = 288 kJ
Classe H3:	Contenimento elevatissimo	Lc = 463 kJ
Classe H4:	Contenimento per tratti ad elevatissimo rischio	Lc = 572 kJ
		Lc = 724 kJ *

Il livello di contenimento "Lc" e l'indice di severità dell'accelerazione "ASI" previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza, così come definiti dalla norma UNI EN 1317 parti 1 e 2, dovranno essere comprovati con certificazioni di prove d'impatto al vero (**crash-test**) eseguite presso i Laboratori Ufficiali autorizzati dal Ministero dei LL.PP. (circolare LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996 e Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000) e secondo le modalità previste dalla norma europea UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4. Tale certificazione dovrà essere prodotta alla DD.LL prima di procedere alla fornitura al fine della sua approvazione.

### **Installazione – Certificazioni di accompagnamento della fornitura – prove sui materiali**

Le barriere di sicurezza in acciaio di nuovo impianto verranno poste in opera, complete di terminali semplici e/o speciali, come indicato nei rapporti di crash test, secondo la norma del D.M. LL.PP. 18 febbraio 1992 n°223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza", come modificato ed integrato dal D.M. 21/06/2004 n. 2367, e secondo le disposizioni all'uopo impartite dalla D.L. Le transizioni, tra barriere di nuovo impianto e tra nuove ed esistenti, dovranno essere realizzate come da dettagli costruttivi del produttore.

Negli elaborati di progetto vengono individuate le caratteristiche generali minime inderogabili che dovranno possedere i prodotti da installare; si demanda comunque all'onere dell'Appaltatore la verifica puntuale dei requisiti progettuali dei diversi dispositivi dei tipi commerciali forniti in corso d'appalto che dovranno essere adatti alle specifiche esigenze del sito di impianto, sia su bordo rilevato che su opera d'arte.

Specificamente si prescrive che nella scelta dei tipi commerciali, l'Appaltatore fornisca – a parità di requisiti - barriere che siano state testate in condizioni analoghe a quelle di impiego.

Limitatamente alle barriere classe H1 ed H2 il progetto potrà prescrivere l'adozione di prodotti la cui altezza dal piano stradale sia inferiore o uguale a 1.00m, in modo da non impedire la visibilità tra l'utente (h occhio: 1,10 per il D.M. 05/11/2001, 1,00 per i triangoli di visibilità sulle intersezioni) ed un altro veicolo (h 1,10 per il D.M. 05/11/2001) né in corrispondenza delle intersezioni né lungo lo sviluppo del tracciato.

L'Impresa appaltatrice dei lavori dovrà fornire barriere di sicurezza omologate ai sensi del D.M. 21.06.2004 o rispondenti alle norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4, acquisendo ai fini della verifica di rispondenza alle suddette norme i **rapporti di crash test** rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo norme ISO EN 17025 e s.m.i. I terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4, nonché gli attenuatori d'urto per ostacoli fissi e/o cuspidi ex EN 1317-3, dovranno essere corredati della relativa **certificazione di rispondenza alla classe di appartenenza.**

Nell'installazione dei dispositivi di sicurezza, previo consenso della Direzione Lavori, sono tollerate piccole variazioni rispetto a quanto indicato nei rapporti di crash-test; ad esempio nel caso di una variazione del passo dei montanti in presenza di piccoli manufatti interrati. Tale variazione dovrà comunque essere compatibile con le prescrizioni/indicazioni del manuale tecnico di installazione fornito dall'azienda produttrice.

Laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere l'estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 - nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare.

Ogni barriera posta in opera dovrà essere identificabile con il nome del produttore e la sigla di omologazione (tipo e numero progressivo). Ciò deve avvenire mediante l'apposizione, a cura dell'impresa, di **etichettature indelebili e non removibili** specifiche prodotte dal fornitore ed adeguatamente fissate, ad interasse congruo e regolare, alle lame della barriera lungo il loro sviluppo. Nel caso di dispositivi marcati CE tale targhetta dovrà risultare conforme allo schema allegato al Certificato di Conformità CE e riportante le indicazioni di cui all'appendice ZA.3 della norma EN 1317-5.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere qualunque altro elemento o prova che ritenesse necessario per meglio individuare il funzionamento della barriera nonché la facoltà di sottoporre i materiali a qualsiasi altra prova presso Laboratori Ufficiali accreditati ed autorizzati ai sensi di legge, come **prove di**

**qualificazione della resistenza delle componenti in acciaio (per ciascuna tipologia di componente fornita) e delle bullonature e barre filettate di ancoraggio ai manufatti di c.a.** Nel caso che i materiali non dessero, alle prove, i requisiti richiesti, l'Impresa sarà tenuta ad allontanare i materiali approvvigionati ed eventualmente posti in opera sostituendoli con altri aventi requisiti fissati dalle norme vigenti e/o indicazioni di progetto e/o indicazioni delle schede tecniche di prodotto e rapporti crash-test. Alla stregua sarà obbligo dell'impresa effettuare **prove di controllo della coppia di serraggio** delle unioni bullonate (in numero indicato dalla D.L o, in alternativa, nella misura minima del 10% del totale), così come **prove di tiro, tramite martinetto idraulico, a campione su alcuni ancoraggi delle barriere di sicurezza al supporto/basamento di nuovo impianto**, in numero e posizione a discrezione della DD.LL. e secondo i carichi indicati dal fornitore del dispositivo. Nulla spetterà all'Impresa per gli oneri sostenuti al riguardo delle prove, controlli ed attestazioni sopra indicate.

Segue l'elenco della **documentazione minima da consegnare alla Direzione lavori necessaria per ottenere la preventiva autorizzazione** alla fornitura della tipologia di barriera – terminale – attenuatore scelta dall'impresa nel rispetto dei requisiti minimi prescritti dal progetto di appalto:

- **Certificazione qualità aziendale del produttore secondo le norme della serie EN ISO 9001:2008;**
- **Dichiarazioni di conformità di produzione (per ciascun dispositivo) alle relative specifiche di prodotto (ai sensi Circolare M.I.T. prot. n. 62032 del 21/07/2010);**
- **Certificato di Costanza di prestazione CE - dichiarazione di prestazione (DOP) per ciascun dispositivo impiegato;**
- **Certificazione del processo di zincatura;**
- **Crash test report (compresi eventuali integrazioni e supplementi);**
- **Manuale di utilizzo ed installazione di ogni tipologia di dispositivo oggetto di fornitura;**
- **Disegni costruttivi (di insieme e di dettaglio di tutte le parti del DISPOSITIVO, compresi TERMINALI e TRANSIZIONI);**
- **Disegni costruttivi e relazione di calcolo (firmati da tecnico abilitato) relativi a TRANSIZIONI tra barriere di nuova installazione e barriere esistenti**
- **Aggiornamento delle verifiche analitiche di sicurezza delle unioni di ancoraggio dei montanti delle barriere stradali fornite ai supporti strutturali in cemento armato, sulla scorta della geometria delle piastre di unione e del cordolo stesso di ancoraggio previsto in appalto.**

Si ribadisce che la predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori, anche a mezzo pec e comunque sempre con lettera di accompagnamento esplicativa dell'Appaltatore, con congruo anticipo sulla fornitura in opera dei dispositivi.

La fornitura, una volta approvata, dovrà poi essere accompagnata dai **Documenti di trasporto**; a richiesta della DD.LL la documentazione elencata precedentemente deve essere nuovamente riprodotta con esplicito riferimento ai DDT richiamanti lo specifico della commessa in oggetto.

### **Transizioni tra barriere di tipologia diversa: adempimenti e prescrizioni per l'Impresa**

L'impresa è obbligata alla redazione e consegna del progetto esecutivo delle transizioni tra barriere di tipologia e caratteristiche differenti, sia di nuovo impianto che tra nuove installazioni ed elementi esistenti, fornendo dettagli costruttivi per il montaggio ed una relazione tecnica di dimensionamento a firma di tecnico abilitato. L'incidenza di tale documentazione esecutiva si intende compresa nel prezzo di appalto delle stesse transizioni e comunque in quello complessivo dell'opera; essa dovrà essere prodotta alla Direzione Lavori con congruo anticipo sulla fornitura.

Le transizioni tra barriere di tipo diverso non sono attualmente prodotti soggetti a prova o a marcatura CE ma sono elementi di raccordo tra dispositivi diversi che devono rispondere a requisiti di carattere geometrico e funzionale, garantendo la continuità strutturale:

- la rigidità all'interno di qualunque tipo di transizione dovrà variare gradualmente da quella del sistema meno rigido a quella del più rigido;
- il collegamento tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle 2 barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più del 8% (circa 5°) e non più di 5° sul piano orizzontale.
- si considerano elementi longitudinali "resistenti" la lama principale, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali "resistenti" i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrati in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) ed i correnti inferiori pararuota;
- il produttore dovrà garantire che la transizione proposta sia caratterizzata dalla continuità e dalla graduale variazione di resistenza e di rigidità degli elementi longitudinali "resistenti";

- tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione;
- nel caso particolare di transizioni tra barriere che prevedono il corrente superiore e barriere che non lo prevedono (ove necessario) quest'ultimo dovrà essere raccordato con un pezzo speciale terminale sagomato e vincolato al paletto della barriera senza corrente superiore ubicato al termine della transizione, a tergo della medesima.

E' onere dell'Impresa eseguire le prove dirette sui manufatti esistenti (esempio classificazione calcestruzzo dell'opera d'arte di impianto della barriera esistente, e/o acciaio dello stesso dispositivo ecc.) occorrenti ad addvenire alla progettazione esecutiva delle transizioni sopra richiamate sulla base della barriera oggetto di fornitura.

### **Barriere su opere d'arte: adempimenti e prescrizioni per l'Impresa**

L'impresa è obbligata all'aggiornamento del progetto esecutivo del dettaglio di ancoraggio della barriera sul cordolo bordo ponte / bordo opera d'arte qualora la tipologia di montante e/o di unione (diametro, classe o numero barre di ancoraggio), differisca da quella assunta come riferimento nella relazione di calcolo allegata al progetto, che l'impresa è tenuta comunque a verificare. Di fatto la sollecitazione massima che può essere trasmessa alla sottostruttura è legata al momento plastico resistente dello stesso montante. Tale aggiornamento dovrà comprendere anche la verifica dell'armatura da impiegare per l'adeguamento dimensionale del cordolo porta-barriera. Ne consegue che sarà onere dell'Impresa, qualora ricorrano le situazioni appena richiamate, provvedere alla predisposizione della variante strutturale, a firma di tecnico abilitato, da inoltrare agli atti del Genio Civile della Regione Toscana per la necessaria autorizzazione ai lavori. Documentazione che dovrà essere preventivamente trasmessa alla DD.LL per la formale accettazione.

Si fa presente che l'iter dell'istanza al Genio Civile può avere una durata diversa a seconda della zona sismica di riferimento del sito di impianto: dal semplice deposito con contestuale inizio lavori per le zone a bassa sismicità, a 60 giorni nel caso di alta sismicità. Pertanto, se necessario, tale documentazione dovrà essere predisposta dall'Impresa con congruo anticipo, subito dopo la firma del contratto di appalto e comunque a richiesta della Stazione appaltante.

Le barriere per opera d'arte saranno fissate ai cordoli del manufatto con sostegni su piastra saldata alla base e relativa contro piastra. In alternativa alla contropiastra di base potranno essere impiegati tirafondi, inghisati nelle opere in c.a. con malta reoplastica o resina idonea al supporto. L'ancoraggio al manufatto dovrà comunque garantire il mantenimento dello stesso indice di severità (o livello di contenimento Lc) minimo per la barriera nel suo complesso, così come certificato da "crash test". In definitiva è onere dell'impresa fornitrice la verifica degli ancoraggi all'opera d'arte, la loro compatibilità con le condizioni di prova testate, nonché verificare anche la eventuale necessità di procedere ad una marcatura CE per prodotto modificato per effetto della eventuale modifica introdotta al sistema di montaggio del dispositivo su cordolo.

Tenuto conto che in relazione alle fasi di cantiere, con relativa durata, il tratto di strada potrebbe essere aperto al transito regolare con rimozione degli apprestamenti di sicurezza ex d.lgs 81/08 prima della maturazione completa dei getti di calcestruzzo, l'aggiornamento sia delle verifiche del cordolo che dei tasselli di ancoraggio, in relazione alla classe di calcestruzzo prescritto, dovranno tener conto del grado di maturazione raggiunto, ovvero della capacità resistente esprimibile.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalla responsabilità ad esso derivanti per legge e per pattuizione di contratto restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### **Barriere bordo rilevato: adempimenti e prescrizioni per l'Impresa**

E' onere dell'Impresa eseguire, su richiesta della direzione lavori, le **prove geotecniche** (granulometria, prove di taglio, prove di carico su piastra, ecc.) da eseguire sugli arginelli al bordo di rilevato o sezione in trincea, sede di ancoraggio dei montanti dei dispositivi di sicurezza stradale (barriere). Tali prove dovranno essere condotte da laboratorio autorizzato-accreditato ai sensi di legge.

E' inoltre onere dell'Impresa appaltatrice l'esecuzione di "prove al vero su dispositivi di ritenuta stradale ex UNI/TR 11785", con la valutazione del comportamento a seguito applicazione di un'azione trasversale, al fine di valutare la lunghezza efficace di infissione dei montanti su arginello al bordo rilevato, qualora la dimensione di quest'ultimo, nonché eventualmente le caratteristiche geotecniche, non siano coerenti con quelle indicate nel report della prova di crash-test e/o nel manuale di installazione del produttore.

### **Delineatori di margine integrati sulle barriere**

Per i delineatori stradali catarifrangenti da applicare lungo lo sviluppo delle barriere valgono le prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e relative norme di esecuzione.

### **Dichiarazioni di corretta posa - conformità**

Successivamente alla posa dei dispositivi di ritenuta, al fine di addivenire tempestivamente alla messa in esercizio della strada con rimozione della segnaletica di individuazione del cantiere, dovrà essere conseguito il rilascio dei seguenti documenti a carico e onere esclusivo dell'Appaltatore:

- *Certificato di corretta posa in opera, redatto ai sensi dell'art.5 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21/06/2004, attestante che la posa è stata eseguita in conformità al rispettivo marchio CE ed a quanto riportato sui disegni di installazione e sul manuale di utilizzo ed installazione; certificato a firma del Direttore tecnico dell'Impresa.*
- *Dichiarazione di cui all'Art. 79, comma 17 del D.P.R. n° 207/2010 s.m.i., attestante il corretto montaggio e la corretta installazione degli stessi, se richiesta dalla Stazione appaltante.*

## **2.8 - OPERE A VERDE E COMPLEMENTARI**

### **Art. 35 – Sistemazione a verde**

#### **35.1 Terra per riporti e riprofilature**

La terra di riporto dovrà essere scevra da trovanti e residui di tagli/sfalci, e dovrà provenire da scavi non eccedenti la profondità di 50 cm; i lavori di scavo, trasporto e stesura dovranno essere effettuati quando il terreno di coltivo si trova in condizioni di "tempera" onde evitare il decadimento della "struttura" del terreno stesso. La qualità della terra di riporto dovrà essere sottoposta a valutazione ed accettazione preliminare da parte della D.L. e/o dalla Direzione Ambiente del Comune o ufficio preposto.

#### **35.2 Materiale vegetale**

Le piante possono essere: in contenitore, di zolla o a radice nuda.

Le piante in contenitore possono essere messe a dimora anche nel periodo estivo; tali piante però non devono sostare nel contenitore più di una stagione vegetativa, altrimenti le radici tendono a formare un intreccio circolare a ridosso delle pareti del contenitore. Tale fenomeno, detto spiralizzazione, è gravissimo soprattutto per le alberature, perché l'anomala disposizione delle radici compromette la successiva stabilità della pianta.

Le piante di zolla possono essere confezionate con rete non zincata e juta, con sola juta nel caso di zolle con diametro inferiore a 30 cm. o con film plastici ad alta porosità (Plant Plast); in quest'ultimo caso il materiale occorso per la zollatura deve essere rimosso all'atto della piantumazione.

La dimensione della zolla deve essere ben rapportata alle dimensioni della pianta come riportato nella tabella seguente.

circonferenza del tronco a 1.0 m.	diametro della zolla	altezza della zolla
14-16	50	35-40
16-18	55	40-45
18-20	60	45-50
20-22	65	50-55
22-25	70	55-60
25-28	75	60-65
28-32	80	65-70

32-27	90	70-75
37-42	100	80-85

## Alberi – latifoglie

Sono definiti alberi le piante legnose con più di due anni di età, con ramificazioni inserite su un asse (fusto) che deve essere dritto e assurgente. Qualora la pianta sia ottenuta per innesto non dovranno essere evidenti fenomeni di disaffinità. Le piante dovranno essere sane, vigorose in relazione alla specie di appartenenza; dovranno essere fornite di ramificazioni uniformi ed equilibrate e di un buon apparato radicale. A tal proposito la pianta deve aver subito almeno due trapianti.

**L'impalcatura delle piante di alto fusto, da collocarsi in fregio a strade, dovrà avere un'altezza di almeno 3,00 mt.**

Gli interventi di potatura subiti dalle piante in vivaio non devono aver determinato riprese vegetative (cosiddette "a pipa") che ne discostino la linea da quella dell'asse centrale; i tagli dovranno essere ben cicatrizzati e non dovranno essere evidenti tagli con diametro eccedente i cm 2. Dovrà essere sempre evidente una ed una sola cima che manifesti una giusta dominanza apicale rispetto a tutte le altre cime della chioma.

In base alla forma di allevamento si possono distinguere alberi:

- a forma libera - piante con ramificazioni presenti su tutto l'asse, fino al colletto, se naturalmente presenti, senza sostanziali modifiche dei modelli naturali di crescita;
- impalcati - piante allevate per impieghi particolari (viali, alberate, frutteti ecc.) nelle quali si tende all'ottenimento di un unico fusto principale, nudo fino all'altezza della prima impalcatura; dovrà essere evitato il difetto comune nelle piante impalcate che consiste nell'inserimento delle branche del primo palco tutte alla stessa altezza.

Gli alberi dovranno avere ramificazioni uniformemente distribuite sul fusto e sviluppate in modo che la chioma sia uniforme ed equilibrata rispetto al fusto.

Nella tabella sotto riportata sono evidenziate le opportune corrispondenze fra alcuni parametri caratteristici degli alberi delle seguenti specie: Tigli, Noci, Platano, Acer saccharino, Acer Platanoides, Acer Pseudoplatanus, Pawlonia Imperialis, Liriodendron tulipifera, Celtis Australis, Ginkgo Biloba, Quercus Robur, Quercus Petrea, Prunus avium ed altre piante di sviluppo analogo.

Circonferenza tronco cm.	Altezza totale media m.	Altezza totale massima m.	Altezza della chioma m.
10-12	3	4	
12-14	3.5	4.5	2
14-16	4	5	
16-18	4.5	5.5	3
18-20	5-5.5	6.5	
20-25	6	7	4

Per alberi a sviluppo più contenuto, quali Acer campestre, Carpinus betulus, Malus Spp., Ostrya Carpinifolia, Ciliegi da fiore, Prunus Pissardi, Coelreuteria Paniculata, Cercis Siliquastrum, sono da prendere a riferimento i dati riportati nella tabella seguente:

Circonferenza del tronco cm.	Altezza media m.	Altezza massima m.
8-10 e 10-12	2.5 - 3	3,5
12-14 e 14 - 16	3 - 3,5	4
16-18	3,5 - 4	5

In ogni caso lo sviluppo della pianta deve essere armonioso e regolare ed i rapporti fra le dimensioni del tronco, l'altezza totale e quella della chioma devono essere conformi alle caratteristiche della specie e della "cultivar", evitando scrupolosamente le piante filate perché allevate con sesto di impianto insufficiente. Qualora vengano messi a dimora alberi di questo tipo la circonferenza minima del tronco a un metro dal colletto dovrà essere di 16 cm.

L'accettazione della fornitura avverrà su valutazione preliminare da parte della D.L. e/o dalla Direzione Ambiente del Comune o ufficio preposto, anche presso il vivaio individuato quale fornitore da parte dell'Impresa appaltatrice.

## **Sementi per la formazione di tappeti erbosi**

Le sementi per la formazione di tappeti erbosi devono presentare i requisiti di purezza e germinabilità richiesti dalla legislazione vigente, od essere fornite in confezioni sigillate e accompagnate da certificazione ENSE. I miscugli devono essere sottoposti alla preventiva approvazione della D.L e/o dalla Direzione Ambiente del Comune o ufficio preposto. Di seguito viene riportata la composizione tipo di un miscuglio per la formazione di tappeti erbosi di uso non specializzato e ricreativo: Loietto Perenne 50% - Festuca Rubra 25% - Festuca Arundinacea 10% - Agrostide Tenue 10% - Poa Trivialis 5%.

## **Materiali accessori per la piantumazione**

I pali tutori possono essere in legno di castagno o robinia, dovranno essere scortecciati ed appuntiti alla base; posso essere impiegati anche pali di legno di essenze resinose, ma in tal caso dovranno essere preventivamente trattati con prodotti idonei a garantirne la durevolezza (ad esempio con sali di rame in autoclave). I materiali usati per le legature dovranno avere una durata di almeno due cicli vegetativi, potranno essere costituiti da funi o fettucce in materiale vegetale, corde, cinghie o cavetti di materiale plastico elastico. Si richiede l'opportuna fasciatura a protezione del tronco in corrispondenza legature.

## **Irrigazione d'impianto**

Le piante devono essere irrigate subito dopo la messa a dimora ed a intervallo regolare fino alla presa in carico da parte dell'Amministrazione. A titolo di esempio, per ogni azione di adacquamento si riportano i volumi consigliati per alcune categorie di piante:

- Piante erbacee annuali e perenni - litri 2
- Piante arbustive e cespugli - litri 10
- Piante arboree alte fino a m.2 - litri 15
- Piante arboree alte da 2 a 5 m. - litri 50

## **Potatura d'impianto**

La potatura d'impianto deve mantenere il naturale portamento della pianta e, se necessaria, dovrà essere effettuata a tutta cima mediante tagli di ritorno; le piante allevate in contenitore o di zolla di regola non si potano; in ogni caso le potature dovranno essere autorizzate dalla D.L. e/o dalla Direzione Ambiente del Comune o ufficio preposto

### **35.3 Impianti di irrigazione**

La linea principale dovrà essere costituita da condotte in polietilene ad alta densità (PeAD) idonee alla portata in pressione necessaria a servire l'impianto di irrigazione di progetto.

Le stesse tubazioni dovranno essere interrate ad una profondità minima di 30cm, se non diversamente derogato dalla DD.LL. In particolare nei tratti in cui la tubazione dovesse correre sotto la massicciata stradale, sotto i marciapiedi o altre infrastrutture, è opportuno che il tubo in polietilene sia alloggiato all'interno di tubazioni in PVC liscio o corrugato, in modo che ne sia possibile la sostituzione senza dover riaprire lo scavo per la posa in opera.

Fra la linea principale ed ogni ala secondaria a servizio degli irrigatori dovranno essere posti in opera pozzetti di ispezione in cemento o materiale plastico con idoneo chiusino, atti a contenere i dispositivi di comando e/o controllo dell'erogazione d'acqua. Tali pozzetti è opportuno che siano posizionati all'interno delle aiuole per facilitarne l'accesso agli addetti, o comunque nelle zone indicate dalla DD.LL. e/o dal progetto.

In zone a prato soggette a transito di mezzi di lavoro è possibile che sia richiesto di inserire le condotte in tubi corrugati in materiale plastico per evitarne il danneggiamento.

### **35.4 Manutenzione e garanzie**

La manutenzione annuale dell'area a verde oggetto dell'intervento, a carico dell'Impresa e da ritenersi ricompresa nel prezzo di appalto, comprende le operazioni e garanzie di seguito elencate:

- Taglio dell'erba in modo che l'altezza del manto erboso non sia mai eccedente i 10 cm. e comunque da effettuarsi non meno di 4 volte nel corso dell'anno con allontanamento dell'erba di risulta dei primi tre tagli.

- Potatura delle siepi, in modo da mantenere la forma desiderata per le siepi da allevare in forma obbligata e potatura di tutte le siepi per la eliminazione delle parti morte o ammalorate.
- Potatura delle essenze arboree per la eliminazione di eventuali rami secchi o danneggiati.
- Irrigazione di attecchimento.
- Controllo periodico dei tutori e delle legature in modo che ne sia sempre garantita la funzionalità e che siano evitati danneggiamenti alle piante.
- Controllo della funzionalità degli impianti di irrigazione e loro azionamento in modo che siano garantiti alle piante gli apporti idrici ottimali per il loro attecchimento ed il loro accrescimento.
- Periodiche scerbature intorno ad alberi, cespugli e siepi in modo da evitare la competizione delle erbe infestanti.
- Due concimazioni di copertura da effettuarsi con concime chimico tipo nitrato ammonico alla dose di 30 g/mq per distribuzione; da effettuarsi indicativamente in marzo e settembre.
- Pulizia delle aree oggetto di intervento (raccolta cartacce ecc.).
- Riempimento di avvallamenti che eventualmente si formassero nei prati con riporto di terreno vegetale e risemina del manto erboso.
- Risemina delle parti di prato mal affermate o diradate.
- Sostituzione delle piante morte, in quanto eventuali mancati attecchimenti sono da imputare a negligenze nella piantumazione o nella manutenzione.

### **Art. 36 – Taglio alberature per motivi di sicurezza**

Qualora le cautele e gli accorgimenti tassativamente da adottare da parte dell'impresa quando le lavorazioni di appalto avvenissero in prossimità di alberi di alto fusto (come protezioni/fasciature del tronco, scavi condotti a mano, ecc.) non risultassero sufficienti e l'impianto delle stesse opere comportasse danneggiamenti ad una parte consistente dell'apparto radicale dell'esemplare arboreo, con potenziali ripercussioni sulla stabilità, si ricorrerà in **estrema razzia** e comunque previo parere della D.L e della Stazione appaltante alle operazioni di abbattimento per ragioni di sicurezza.

Inoltre tale abbattimento potrà essere attuato solo dopo l'ottenimento dei necessari N.O da parte degli Enti competenti in materia.

Sulla scorta di quanto premesso, particolari cautele dovranno essere adottate dall'impresa in corrispondenza degli esemplari segnalati in progetto in prossimità dei manufatti di progetto; in special modo dovrà operare secondo le specifiche indicazioni riportate nella relazione specialistica agronomico-forestale avente ad argomento le **misure speciali di contenimento della diffusione di eventuali specie alloctone invasive**.

## **2.10 – OPERE GEOTECNICHE**

### **Art. 37 – Pali e micropali**

#### **CLASSIFICAZIONE**

#### **a) Pali di medio e grande diametro**

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

#### **b) Micropali**

Con tale denominazione devono essere intesi i pali trivellati aventi diametro massimo 250-300 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

#### **DEFINIZIONI**

## **a) Pali infissi**

### **a.1) Pali infissi gettati in opera**

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare.

Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.

- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

### **a.2) Pali infissi prefabbricati**

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.

- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.

- Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben dritti, di taglio fresco. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla DL. Per le modalità di posa in opera si farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

## **b) Pali trivellati**

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

### **c) Pali trivellati ad elica continua**

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

## **d) Micropali**

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno a carattere generale possono dipendere dalla natura del suolo, come:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, può essere impiegato il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, potranno essere impiegati il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'**armatura metallica** può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

## PREPARAZIONE DEL PIANO DI LAVORO

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi. Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere. Particolare cautela, con scavi a mano per l'individuazione dei piani di imposta delle testate dei pali, dovrà essere condotta qualora si ravveda la presenza di apparati radicali di alberature ad alto fusto.

## FATTORI AMBIENTALI E GEOTECNICI

### a) Pali infissi

L'adozione di pali infissi (gettati in opera o prefabbricati), è condizionata da una serie di fattori geotecnici ed ambientali. Quelli che meritano particolare attenzione sono:

- disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;
- danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti verticali e/o orizzontali del terreno provocati durante l'infissione;
- danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

L'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare se vengono superati i limiti di accettabilità imposti dalle norme DIN 4150 o altre più prescrittive imposte da leggi nazionali e, nella eventualità di superamento di questi limiti, dovrà sottoporre alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso che tali limiti vengono ad essere superati, la quale si riserva la facoltà di approvazione.

L'esecuzione di prefiori per la riduzione delle vibrazioni è ammessa, con le limitazioni che vedremo in seguito. I prefiori sono a cura e spese dell'Impresa.

### b) Pali trivellati

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la **perforazione "a secco"** senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da importanti intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro; a carattere indicativo, i terreni idonei possono essere quelli caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3 \quad \text{dove: } \gamma \text{ peso di volume totale;}$$

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro.

- la **perforazione "a fango"** non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4 \text{ mm}$ ). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
  - rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;

- la diminuzione di densità relativa ( $D_r$ ) degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti. L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che ha il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando. La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

### **c) Pali trivellati ad elica continua**

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda. Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

### **PROVE TECNOLOGICHE PRELIMINARI - PALI DI PROVA**

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla D.L..

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, la DD.LL potrà prescrivere, prima dell'inizio delle opere di progetto, che l'idoneità delle attrezzature sia verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari. Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico. I **pali pilota** dovranno risultare identici, per geometria, armatura e tecnologia esecutiva, a quelli di progetto. L'onere di tale prove è a carico esclusivo dell'Impresa appaltatrice.

L'intervallo di tempo intercorrente tra la costruzione del palo pilota e l'inizio della prova di carico deve essere sufficiente a garantire che il materiale di cui è costituito il palo sviluppi la resistenza richiesta e che le pressioni interstiziali nel terreno si riportino ai valori iniziali.

Se si esegue una sola prova di carico statica di progetto, questa deve essere ubicata dove le condizioni del terreno sono più sfavorevoli.

Le prove di progetto devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi.

Il sistema di vincolo deve essere dimensionato per consentire un valore del carico di prova non inferiore a 2,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE.

La resistenza del complesso palo-terreno è assunta pari al valore del carico applicato corrispondente ad un cedimento della testa pari al 10% del diametro nel caso di pali di piccolo e medio diametro ( $d < 80$  cm), non inferiori al 5% del diametro nel caso di pali di grande diametro ( $d \geq 80$  cm).

Se tali valori di cedimento non sono raggiunti nel corso della prova, è possibile procedere all'estrapolazione della curva sperimentale a patto che essa evidenzi un comportamento del complesso palo-terreno marcatamente non lineare.

Per i pali di grande diametro si può ricorrere a prove statiche eseguite su pali aventi la stessa lunghezza dei pali da realizzare, ma diametro inferiore, purché tali prove siano adeguatamente motivate ed interpretate al fine di fornire indicazioni utili per i pali da realizzare. In ogni caso, la riduzione del diametro non può essere superiore al 50% ed il palo di prova deve essere opportunamente strumentato per consentire il rilievo separato delle curve di mobilitazione della resistenza laterale e della resistenza alla base.

Come prove di progetto possono essere eseguite prove dinamiche ad alto livello di deformazione, purché adeguatamente interpretate al fine di fornire indicazioni comparabili con quelle derivanti da una corrispondente prova di carico statica di progetto.

I pali di prova, a cura e onere dell'Impresa, strumentati per la determinazione del carico limite, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della D.L e della normativa tecnica strutturale se più prescrittiva.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso, sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte. Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

### **CONTROLLI DI INTEGRITA' SUI PALI**

In tutti i casi in cui la qualità dei pali dipenda in misura significativa dai procedimenti esecutivi e dalle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, devono essere effettuati **controlli di integrità**.

Il controllo dell'integrità, a carico ed onere dell'Impresa su richiesta della DD.LL, da effettuarsi con prove dirette o indirette di comprovata validità, deve interessare almeno il 5% dei pali della fondazione di ogni opera con un minimo di 2 pali sempre per opera, salvo diversa e più prescrittiva indicazione della norma tecnica di cui al DM.17.01.2018.

### **PROVE DI VERIFICA IN CORSO D'OPERA**

Sui pali devono essere eseguite **prove di carico statiche** di verifica per controllarne principalmente la corretta esecuzione e il comportamento sotto le azioni di progetto. Tali prove sono a carico diretto dell'Impresa appaltatrice. Tali prove devono pertanto essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE, salvo diversa e più prescrittiva indicazione della norma tecnica di cui al DM.17.01.2018.

In presenza di pali strumentati per il rilievo separato delle curve di mobilitazione delle resistenze lungo la superficie e alla base, il massimo carico assiale di prova può essere posto pari a 1,2 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche SLE, salvo diversa e più prescrittiva indicazione della norma tecnica di cui al DM.17.01.2018.

Il numero e l'ubicazione delle prove di verifica devono essere stabiliti in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del terreno di fondazione; in ogni caso il numero di prove non deve essere inferiore a:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,
- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero n di pali è superiore a 500.

il numero di prove di carico di verifica può essere ridotto se sono eseguite prove di carico dinamiche, da tarare con quelle statiche di progetto, e siano effettuati controlli non distruttivi su almeno il 50% dei pali.

Numeri diversi delle prove potranno essere prescritti dalla D.L in accordo alla della normativa tecnica di cui al DM.17.01.2018.

### **RIVESTIMENTI METALLICI**

Le caratteristiche geometriche dei rivestimenti, sia provvisori che definitivi, saranno conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso di pali battuti questi saranno in acciaio, di qualità, forma e spessori tali da sopportare tutte le sollecitazioni durante il trasporto, il sollevamento e l'infissione e senza che subiscano distorsioni o collassi conseguenti alla pressione del terreno od all'infissione dei pali vicini. Il dimensionamento dei tubi di rivestimento, per pali battuti senza asportazione di terreno, potrà essere effettuato mediante il metodo dell'onda d'urto.

I rivestimenti definitivi dei pali infissi e gettati in opera dovranno avere la base piatta e saldata al fusto. Questa sarà realizzata mediante una piastra di spessore idoneo, saldata per l'intera circonferenza del tubo di rivestimento. Dovrà essere priva di sporgenze rispetto al rivestimento; la saldatura dovrà impedire l'ingresso di acqua all'interno del tubo per l'intera durata della battitura ed oltre. La piastra dovrà essere tale da resistere alle sollecitazioni di

battitura e ribattitura.

I rivestimenti possono essere realizzati anche a sezione variabile, con l'impiego di raccordi flangiati.

Nel caso di pali battuti con rivestimento definitivo, da realizzare in ambienti aggressivi, la superficie esterna del palo dovrà essere rivestita con materiali protettivi adeguati, da concordare con la Direzione Lavori.

Nel caso di pali battuti gettati in opera con tubo forma estraibile l'espulsione del fondello, occludente l'estremità inferiore del tubo-forma, può essere eseguita con un pistone rigido di diametro pari a quello interno del tubo forma collegato, tramite un'asta rigida, alla base della testa di battuta.

Può essere impiegato tubo-forma dotato di fondello incernierato recuperabile.

Nel caso dei pali trivellati, con tubazioni di rivestimento, questa dovrà essere costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi 2,0 – 2,5 m connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza (essenzialmente in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi). In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di 2,50 m o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

## **FANGHI BENTONITICI**

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione. Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango. La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti. In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20mC) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/mc
- viscosità Marsh: compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione. Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- . peso di volume nel corso dello scavo \* 12.5 kN/mc;
- . contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto: < 6%

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo.

In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

## **2.9 – RILIEVI E FRAZIONAMENTI**

### **Art. 38 – Rilievi e tipi di frazionamento relativi alle aree soggette ad esproprio**

Qualora previsto dal capitolato speciale amministrativo e/o dal contratto, l'Impresa dovrà effettuare i rilievi tecnico topografici per la redazione dei tipi di frazionamento, previa ricognizione in zona. I tipi di rilevamenti, debitamente suddivisi per le varie ditte espropriande, dovranno essere eseguiti in perfetta aderenza alle norme tecniche e legali impartite dal Ministero delle Finanze - Direzione Generale del Catasto, secondo le indicazioni

dell'Agenzia del Territorio.

La Ditta dovrà redigere il frazionamento completo per ogni particella frazionata. I frazionamenti saranno accettati dall'Amministrazione solo dopo che avranno riportato l'approvazione dell'Agenzia del Territorio di competenza.

La Ditta dovrà redigere altresì la planimetria generale della zona dei rilevamenti lucidata dagli originali di mappa aggiornati alla data della consegna del rilievo dove è rappresentata e riportata tutta la zona occupata.

La Ditta deve consegnare alla D.L. per ogni tratto di strada e/o area complementare oggetto di intervento copia dei seguenti elaborati conforme a quelli presentati all'Agenzia del Territorio per l'approvazione dei tipi di frazionamento:

- a) rilievo su supporto riproducibile;
- b) registro della poligonale;
- c) registro di rilievo;
- d) registro o registri di calcolo della poligonale;
- e) planimetria generale;
- f) frazionamenti.

## **2.10 - LAVORI DIVERSI**

### **Art. 39 – Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli**

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi d'Elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli, che si rendessero necessari, si seguiranno, oltre alle norme contenute nei prezzi stessi, le migliori regole d'arte, le normative specifiche di settore al momento vigenti e le prescrizioni che saranno impartite dalla D.L.

## **2.11 – PROVE ED INDAGINI SU MATERIALI ED OPERE COMPIUTE**

Salvo diversa indicazione contrattuale, sono a carico dell'Appaltatore, intendendosi già compresi e remunerati dal prezzo globale di offerta, le prove e indagini sui materiali previste dalle leggi e norme vigenti oltre a quelle che la D.L. riterrà necessarie per la verifica della bontà e conformità dei materiali e dell'esecuzione delle lavorazioni (prove di carico su piastra, prove sui bitumi e relativi conglomerati, prove sui calcestruzzi ed acciai, prove sulla capacità illuminotecnica delle lampade, prove sulla segnaletica orizzontale e verticale, prove di tenuta fognature e condotti, video ispezioni, prove sulla messa a terra, prove illuminotecniche, prove di aderenza su pavimentazioni, prove sulle componenti metalliche e bullonature di barriere stradali, ecc.).

Sono inoltre a carico dell'Impresa tutti gli adempimenti per l'ottenimento di certificazioni di conformità, dichiarazioni di corretta posa in opera, prove di controllo interno, e comunque per ogni atto e documento necessario al fine di rendere collaudabile l'opera di appalto.

Si richiamano inoltre tutte le altre operazioni di controllo – verifica e prova ufficiali richiamate nel presente capitolato ed a carico dell'appaltatore.

## **CAPO 3 - NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE – ONERI COMPRESI**

### **Art. 40 – Norme generali**

#### **40.1 Obblighi e oneri compresi e compensati con i prezzi di appalto**

I lavori saranno valutati esclusivamente con i prezzi in contratto al netto del ribasso contrattuale; tali prezzi devono ritenersi accettati dall'Appaltatore in base a calcoli di sua convenienza e a tutto suo rischio.

Nei prezzi netti contrattuali sono compresi e compensati sia tutti gli obblighi ed oneri generali e speciali richiamati e specificati nel presente Capitolato e negli altri Atti contrattuali, sia gli obblighi ed oneri, che se pur non esplicitamente richiamati, devono intendersi come insiti e consequenziali nella esecuzione delle singole categorie di lavoro e del complesso delle opere, e comunque di ordine generale e necessari a dare i lavori completi in ogni loro parte e nei termini assegnati.

Pertanto l'Appaltatore, nel formulare la propria offerta, ha tenuto conto oltre che di tutti gli oneri menzionati, anche di tutte le particolari lavorazioni, forniture e rifiniture eventuali che fossero state omesse negli atti e nei documenti del presente appalto, ma pur necessarie per rendere funzionali le opere e le costruzioni in ogni loro particolare e nel loro complesso, onde dare i lavori appaltati rispondenti sotto ogni riguardo allo scopo cui sono destinati.

Nei prezzi contrattuali si intendano quindi sempre compresi e compensati ogni spesa principale ed accessoria; ogni fornitura, ogni consumo, l'intera mano d'opera specializzata, qualificata e comune, ogni carico, trasporto e scarico in ascesa e discesa; ogni lavorazione e magistero per dare i lavori completamente ultimati nel modo prescritto e ciò anche quando non fosse stata fatta esplicita dichiarazione nelle norme di accettazione e di esecuzione sia nel presente Capitolato che negli altri Atti dell'Appalto, compreso l'Elenco Prezzi; tutti gli oneri ed obblighi derivanti precisati nel presente Capitolato ed in quello speciale amministrativo; ogni spesa generale nonché l'utile dell'Appaltatore.

#### **40.2 Valutazione e misurazione dei lavori**

I lavori compensati "**a misura**" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori

I lavori da compensare "**a corpo**" saranno invece controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche, o a peso o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Salvo le particolari disposizioni delle singole voci di Elenco, i prezzi dell'Elenco stesso facente parte del contratto si intendono applicabili ad opere eseguite secondo quanto prescritto e precisato negli Atti dell'Appalto, siano esse di limitata entità o eseguite a piccoli tratti, a qualsiasi altezza o profondità, oppure in luoghi comunque disagiati, in luoghi richiedenti l'uso di illuminazione artificiale o in presenza d'acqua.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentarsi, a richiesta della Direzione Lavori, alle misurazioni e constatazioni che questa ritenesse opportune; peraltro sarà obbligato ad assumere esso stesso l'iniziativa per le necessarie verifiche, e ciò specialmente per quelle opere e somministrazioni che nel progredire del lavoro non potessero più essere accertate<sup>57</sup>.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se in sede di controllo dovessero rilevarsi misure superiori. Soltanto nel caso che la Direzione Lavori avesse ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori di quelle di progetto o prescritte dalla D.L., sarà facoltà insindacabile della stessa ordinarne la rimozione e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa. Nel caso che minori dimensioni fossero compatibili con la funzionalità, la stabilità e la sicurezza dell'opera, a giudizio insindacabile della D.L., queste potranno essere accettate e pagate in base all'effettive quantità eseguite.

Le misure saranno prese in contraddittorio man mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti; restano comunque salve, in occasione delle operazioni di collaudo, le possibilità di ulteriori verifiche e di eventuali rettifiche.

Il calcolo dell'acconto verrà quindi effettuato sommando gli importi percentuali di tutte le lavorazioni delle diverse categorie a corpo con gli importi ottenuti moltiplicando le quantità dei lavori a misura, qualora essi fossero previsti, per i rispettivi prezzi di elenco.

---

<sup>57</sup> Resta precisato peraltro che l'Appaltatore avrà comunque l'onere di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con le quote necessarie, in piante, prospetti, sezioni, ecc., atte a sviluppare i necessari calcoli di contabilità correlati a dette misure, da disporsi anch'essi a cura dello stesso Appaltatore. I disegni contabili ed i relativi calcoli saranno approntati su supporto digitale ed almeno in duplice copia su idoneo supporto cartaceo.

## **Art. 41 – Tracciamenti**

Non è previsto un compenso specifico per i tracciamenti né per l'accesso ai fondi, in quanto l'onere dei tracciamenti, picchettamenti e misurazioni è da intendersi compreso nei prezzi di Elenco di ogni singola opera.

## **Art.42 - Demolizioni e rimozioni**

### **42.1 Scarificazione e fresatura di pavimentazioni in conglomerato bituminoso**

Salvo diversa specifica di Elenco prezzi, i lavori di fresatura saranno valutati a metro quadrato per centimetro intendendo compensati tutti gli oneri relativi all'apprestamento dei mezzi, anche in presenza di traffico, nonché l'onere del recupero e la raccolta in cumuli del materiale di risulta utilizzabile ed il trasporto a rifiuto con qualsiasi mezzo ed a qualsiasi distanza di quello non utilizzabile.

La scarificazione superficiale di manti in conglomerato bituminoso posati su sottofondi in calcestruzzo risulterà valutata, salvo diversa indicazione, a metro quadrato di superficie interessata dagli interventi di demolizione e/o risanamento; compresa movimentazione, raccolta e trasporto a discarica con qualsiasi mezzo ed a qualsiasi distanza.

### **42.2 Demolizioni di manufatti**

Le demolizioni di manufatti di qualsiasi genere, ivi compresi quelli in pietrame e malta e quelli in calcestruzzo semplice ed armato, verranno compensate in base al loro effettivo volume; il relativo prezzo comprende, oltre al trasporto a rifiuto se non diversamente specificato nella voce di Elenco, anche il maggior magistero per le demolizioni entro terra, fino alla profondità indicata dalla D.L. e/o dal progetto.

### **42.3 Demolizioni e ricostruzione di recinzioni metalliche**

Le operazioni di rimozione, spostamento e ricostruzione di recinzioni esistenti, comunque sostenute, verranno compensate con unico prezzo, globalmente, a metro lineare di recinzione rimossa e/o effettivamente ricostruita.

## **Art.43 – Scavi in genere**

### **43.1 Trasporto e movimentazione materiali**

Il trasporto e lo scarico del materiale dall'area di carico fino a destinazione (a rifiuto in discarica autorizzata, a centro di recupero, reimpiegate in cantiere, a riutilizzo in altro cantiere) verranno computate in base al volume effettivo di scavo calcolato con il metodo delle sezioni raggugliate.

Sono a carico dell'Impresa gli oneri autorizzativi nel caso di riutilizzo del materiale di scavo in sede diversa da quella del cantiere in oggetto.

### **43.2 Rimozione del terreno vegetale - scotico**

Il lavoro di taglio delle piante, estirpazione di radici, arbusti, ecc. e il loro trasporto fuori dell'area di sede stradale e la rimozione del terreno vegetale per una profondità di cm. 20, sono computate in base alla superficie lavorata come precisato alla voce dell'Elenco Prezzi.

### **43.3 Scavi per la formazione del corpo stradale – scavi di sbancamento**

Il volume degli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o di varianti eventuali, per la costruzione di raccordi di accesso alla strada, per lo scavo di fossi di guardia e di scolo, verrà determinato col metodo delle sezioni raggugliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, che saranno rilevate in contraddittorio dell'Impresa all'atto della consegna salvo la facoltà dell'Impresa e della D.L. di intercalarne altre.

Gli scavi verranno eseguiti secondo le minime sezioni necessarie ed i relativi prezzi comprendono l'aggottamento e smaltimento delle acque di qualsiasi origine, la perfetta profilatura di cassonetti e scarpate.

Nel volume degli scavi non verranno compresi i cm. 20 superficiali, se già compensati con il prezzo relativo allo scotico.

In base alle sezioni ed al profilo longitudinale contrattuale verranno determinati dei punti di passaggio fra scavo e rilevato per tenerne il debito conto nella valutazione dei relativi volumi.

Gli scavi per la formazione di cunette, canali, fossi di guardia o di scolo per l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi a sezione obbligata.

Si precisa che il prezzo relativo agli scavi di sbancamento in genere comprende gli oneri per il carico, la perfetta profilatura delle scarpate, quelli per l'apertura e la manutenzione di strade private, diritti di passo, occupazione per depositi temporanei di terreni o per depositi definitivi, per esaurimenti di acqua di qualsiasi importanza.

Nel caso di scavi di sbancamento di materie di qualsiasi natura e consistenza si intendono compensati nel prezzo relativo i trovanti rocciosi e la roccia tenera.

#### **43.4 Scavi a sezione ristretta**

Il volume degli scavi a sezione ristretta obbligata sarà computato come prodotto della loro superficie in pianta per la relativa profondità sotto il piano di sbancamento o del terreno naturale o della pavimentazione; tale volume sarà eventualmente frazionato in rapporto alle diverse zone di profondità previste dai prezzi di Elenco.

Per gli scavi con cigli a quota diversa, il volume verrà calcolato col metodo delle sezioni successive, valutando però in ogni sezione come volume la parte sottostante al piano orizzontale passante per il ciglio più depresso; la parte sovrastante sarà considerata volume di sbancamento e come tale sarà riportata nei relativi computi.

### **Art. 44 – Preparazione del piano di posa dei rilevati e della fondazione stradale – preparazione della massicciata esistente**

I lavori da eseguire per la preparazione del piano di posa dei rilevati, della fondazione stradale e per la preparazione della massicciata esistente, sono computate in base alla superficie lavorata.

Nel prezzo è compreso anche il maggior volume di rilevato o di fondazione stradale corrispondente all'abbassamento del piano di posa per effetto dello stesso compattamento.

### **Art. 45 – Materiali per rilevati**

Il volume dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate, secondo l'andamento di progetto o di varianti eventuali, e per la costruzione dei raccordi di accesso se presenti, verrà determinato con il metodo e la procedura previsti per gli scavi: metodo delle sezioni ragguagliate.

Il volume dei rilevati costruiti con materiali provenienti da cave di prestito verrà ricavato in base alla differenza fra il volume totale del rilevato ed il volume dello scavo contabilizzato e ritenuto idoneo per il reimpiego dalla D.L e/o secondo indicazioni di progetto. Nel volume dello scavo, se idoneo, verrà compreso il materiale derivante sia dai lavori di apertura della sede stradale, sia da quelli di imposta delle eventuali opere d'arte.

Nel prezzo dei rilevati eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito private si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato, al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni e le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali; per quanto applicabili, sono compresi gli oneri citati per gli scavi di sbancamento.

Nel computo dei volumi dei rilevati non si terrà conto degli eventuali cedimenti del piano di posa, rientrando tale onere nel prezzo relativo alla preparazione del piano di posa stesso.

Ai volumi dei rilevati verranno detratti i volumi delle opere d'arte o dei materiali altrimenti pagati.

### **Art. 46 – Formazione dei rilevati**

Il prezzo relativo alla formazione dei rilevati verrà applicato al volume totale dei rilevati costruiti per la formazione della sede stradale e relative pertinenze.

Detto prezzo comprende la stesa dei materiali, provengano essi da scavi della sede stradale o cave, il compattamento, la profilatura delle scarpate ed ogni altro onere per dare il rilevato finito a regola d'arte.

### **Art. 47 – Conglomerati cementizi**

I conglomerati cementizi in generale sia di fondazione che in elevazione, semplici od armati, verranno compensati secondo il loro volume, computati con metodi geometrici in base a misure sul vivo, esclusi quindi gli eventuali intonaci e dedotti i vani, nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi. In ogni caso, non si dedurranno i volumi del ferro di armatura e dei cavi per la precompressione ed i vani di volume minore od uguale a mc. 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggiore magistero richiesto.

I prezzi di Elenco dei calcestruzzi, oltre a comprendere la fornitura a piè d'opera di tutti gli ingredienti necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), della mano d'opera e delle attrezzature necessarie per la confezione,

comprende anche la posa in opera, la vibratura e l'innalzamento dei materiali e la stagionatura secondo UNI EN 13670-1 e s.m.i. e secondo le indicazioni del Progettista e della D.L.

Per l'esecuzione di giunti di dilatazione e contrazione, quando prescritti, verrà compensata a parte la sola fornitura del materiale previsto per la formazione del giunto stesso, dovendosi intendere ogni altro onere compreso nel prezzo del calcestruzzo.

L'impiego di eventuali aeranti, plastificanti, impermeabilizzanti, acceleranti di presa e additivi in genere nei calcestruzzi e nei conglomerati darà diritto unicamente al compenso del costo di detti materiali.

### **Art. 48 – Manufatti prefabbricati**

Nel prezzo relativo ai manufatti prefabbricati si intendono compresi tutti gli oneri e le spese per fornire i manufatti stessi a piè d'opera, in perfetto stato, nonché ogni onere per la loro posa in opera, ivi inclusi i giunti in malta cementizia. Sono da intendersi ricompresi anche gli oneri di certificazione e di conformità alle normative tecniche di settore, compreso documentazione di calcolo a firma di tecnico abilitato.

### **Art. 49 – Casseforme ed opere provvisionali**

Le casseforme sia in legname sia metalliche per l'esecuzione dei getti in conglomerati cementizi verranno contabilizzate e valutate a mq. e misurate in base allo sviluppo della superficie delle armature a contatto col conglomerato. Detto prezzo comprenderà ogni onere per la preparazione delle superfici delle casserature, le legature, lo sfrido, chiodature, banchine, ganasce, controventamenti, giunzioni, ecc., i puntelli e le armature di sostegno per tutte le strutture verticali inclinate e a sbalzo e per le strutture orizzontali fino alla luce di m. 10 in proiezione orizzontale, il successivo disarmo e la rimozione delle armature stesse e delle casserature, oltre alla mano d'opera, dei mezzi d'opera e ai materiali per dare il lavoro ultimato a regola d'arte.

Il prezzo delle strutture provvisionali è comprensivo di tutti gli oneri relativi alla fornitura dei materiali, alla mano d'opera, alla costruzione, al montaggio, disarmo, sfrido, chioderia, ecc. nonché di ogni altro onere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola.

### **Art. 50 – Centine**

Le centinature dei volti saranno pagate a mq. di superficie di intradosso. Il prezzo comprenderà l'esecuzione del manto in legno o in metallo, l'orditura di appoggio delle casseforme, l'eventuale appoggio delle centine al suolo, anche se realizzate in calcestruzzo o in muratura, ed in presenza di acqua stagnante o corrente. Tutti gli irrigidimenti necessari ad ogni onere per sfridi, disarmo e recupero materiale, oltre alla mano d'opera, ai mezzi d'opera e ai materiali per dare il lavoro ultimato a regola d'arte.

### **Art. 51 – Acciaio per l'armatura del calcestruzzo**

Il peso del ferro tondo di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali U.N.I..

Anche per calcolare il peso dell'acciaio ad aderenza migliorata, di sezione non necessariamente circolare, si moltiplicherà lo sviluppo lineare della barra per il peso lineare del tondino di sezione effettiva corrispondente, fornito dalle tabelle U.N.I..

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla D.L e/o previste in progetto, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi, anche in relazione al copriferro.

### **Art. 52 – Strutture metalliche**

Sia l'acciaio che gli altri metalli impiegati nelle varie opere saranno compensati a peso con i relativi prezzi di elenco. I pesi saranno determinati mediante pesature in contraddittorio, dirottando gli autocarri in arrivo presso una pesa idonea indicata dalla D.L. oppure con successive operazioni di carico e scarico a discrezione della D.L. ed a totale carico dell'Impresa.

Verranno riportati in contabilità i pesi così determinati purché non differiscano dai pesi teorici - pesi che l'Impresa dovrà esporre sui disegni costruttivi di ogni singola parte - in quantità superiore a quella corrispondente alle tolleranze di laminazione che si convengono contrattualmente fissate nella misura massima del 5% (cinque per cento) in meno o in più.

Nei prezzi delle opere in metallo è compreso ogni onere particolare nel presente Capitolato, ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazione secondo disegno esecutivo, montaggio, collocamento e fissaggio in opera; sono inoltre compresi gli oneri relativi a prove di laboratorio richieste dalla DD.LL. comprese quelle radiografiche o di altro genere per le saldature eseguite sia in officina che in cantiere.

Per i manufatti in acciaio, in genere, potrà essere corrisposto in contabilità un acconto pari al 40% dell'opera finita quando il materiale per l'esecuzione del manufatto fosse giunto in cantiere (a piè d'opera) e già verificato tecnologicamente e dimensionalmente (pesatura compresa) dalla Direzione Lavori.

### **Art. 53 - Barriere di sicurezza stradale e parapetti metallici**

Le barriere stradali di sicurezza, rette o curve che siano, ed i parapetti metallici verranno misurati sulla effettiva lunghezza.

Resta stabilito che nei prezzi di Elenco devono intendersi compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, ed in particolare, per le barriere o i parapetti ricadenti su opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori nelle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con malta confezionata con cemento tipo 42,5 o con resine epossidiche prescritte dal fornitore della barriera.

Nei prezzi di Elenco deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori tra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti (delineatori di margine).

Resta stabilito che nei prezzi di Elenco devono intendersi compresi e compensati anche i seguenti adempimenti da parte dell'impresa appaltatrice:

- la consegna di tutta la **documentazione di accompagnamento della fornitura** come prescritto nel presente capitolato e dalle norme di legge e tecniche di settore;

- **la redazione del progetto esecutivo delle transizioni di continuità strutturale tra barriere stradali di tipologia e caratteristiche differenti**, sia di nuovo impianto che tra nuove installazioni ed elementi esistenti, fornendo dettagli costruttivi per il montaggio ed una relazione tecnica di dimensionamento a firma di tecnico abilitato. L'incidenza economica di tale documentazione esecutiva si intende compresa nel prezzo di appalto delle stesse transizioni; essa dovrà essere prodotta alla Direzione Lavori con congruo anticipo sulla fornitura al fine della relativa approvazione. E' onere dell'Impresa eseguire le prove dirette sui manufatti esistenti (esempio classificazione cls e/o acciaio ecc.) occorrenti ad addivenire alla progettazione esecutiva delle transizioni sopra richiamata.

- l'aggiornamento delle **verifiche analitiche di sicurezza delle unioni di ancoraggio** dei montanti delle barriere stradali ai supporti strutturali in cemento armato, sulla scorta della geometria delle piastre di unione e del cordolo stesso di ancoraggio.

- il **Certificato di corretta posa in opera**, redatto ai sensi dell'art.5 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21/06/2004, attestante che la posa è stata eseguita in conformità al rispettivo marchio CE ed a quanto riportato sui disegni di installazione e sul manuale di utilizzo ed installazione della barriera/transizione;

- la **Dichiarazione di cui all'Art. 79, comma 17 del D.P.R. n° 207/2010** s.m.i., attestante il corretto montaggio e la corretta installazione dei dispositivi di sicurezza stradali.

### **Art. 54 – Murature**

Verranno compensate secondo il loro volume, computate con metodi geometrici in base a misure sul vivo, esclusi quindi gli eventuali intonaci e dedotti i vani ed i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa; in ogni caso non si dedurranno i vani di volume inferiore od uguale a mc. 0,20 ciascuno, intendendosi con ciò compensato l'eventuale maggior magistero richiesto.

Nei prezzi di tutte le opere in muratura, tanto in fondazione quanto in elevazione, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con il paramento in faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri; tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario anche a tergo dei muri che debbano essere poi caricati da terrapieni: è pure sempre compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque, delle immorsature, e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio.

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

### **Art. 55 – Strati di fondazione e di base**

La fondazione e la base della carreggiata saranno contabilizzate a metro cubo per strati posti in opera compressi, stabilizzati e sagomati in conformità alle misure di progetto risultanti dai disegni. Resta inteso convenzionalmente che il prezzo comprende:

- gli oneri relativi alle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché quelle richieste durante l'esecuzione dei lavori;
- la fornitura dei misti aridi idonei alla formazione della miscela secondo quanto prescritto ed ordinato dalla D.L e/o indicato in progetto;
- il macchinario, la mano d'opera, la lavorazione completa e quanto altro necessario perché il lavoro sia eseguito a perfetta regola d'arte.

Quando, in sede di controllo, si riscontrassero misure di spessore e larghezza inferiori a quelle prescritte o tollerate spetterà alla D.L. stabilire se accettare detti spessori e larghezze, introducendoli in contabilità nella loro effettiva consistenza, o se ordinare le opportune modifiche e lavorazioni. Registrandosi spessori e larghezze maggiori di quelle previste nei disegni od ordinate alla D.L., le eccedenze, rispetto alle misure prescritte, non saranno contabilizzate e resteranno a carico dell'Impresa.

### **Art. 56 – Banchine e pavimentazione di strade secondarie**

Per la misurazione e valutazione delle banchine e della pavimentazione dei raccordi di strade secondarie deviate o spostate saranno validi tutti gli oneri e prescrizioni dettati per gli strati di fondazione e di base. Si conviene, in particolare, che il volume dei materiali per le banchine risulterà dal prodotto dell'area della sezione tipo in rettilineo per la lunghezza di progetto della strada.

Resta inteso, inoltre, che nel prezzo a metro cubo saranno compensati anche i maggiori oneri per dare l'opera finita in prossimità di opere d'arte e per la sagomatura trasversale secondo i disegni di progetto.

### **Art. 57 – Strato di base, strato di collegamento (binder) e tappeto di usura**

I conglomerati bituminosi, siano essi relativi allo strato di base, di collegamento (binder) o al tappeto di usura, verranno contabilizzati in base alla superficie ordinata ed eseguita, e secondo gli spessori finiti prescritti.

Ove nell'Elenco prezzi sia previsto il pagamento del conglomerato a peso, questo verrà determinato per mezzo di pesatura di tutti i carichi. I mezzi e gli oneri di pesatura saranno a totale carico dell'Impresa e potranno comportare anche il costante dirottamento degli autocarri sulla più prossima pesa pubblica.

I prezzi fissati nell'Elenco compensano ogni onere e spesa per la fornitura degli inerti e del legante secondo le formule accettate dalla D.L., l'impiego dei macchinari e della mano d'opera occorrenti per la confezione, il trasporto, la stesa e la compattazione del conglomerato; la fornitura e spandimento dei bitumi liquidi di ancoraggio; i controlli e le prove da eseguire per lo studio delle miscele e per le opere finite; quanto altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, secondo tutte le norme dei rispettivi articoli del presente Capitolato.

#### **Tolleranze sui risultati e penali**

A discrezione della D.L. possono essere ammesse le seguenti tolleranze sui risultati delle prove di controllo; fatta salva ogni più specifica restrizione indicata nei paragrafi tematici del presente capitolato.

Per valori del **modulo complesso E** inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 5%, verrà applicata una detrazione dell'1.5 % del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione.

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del **modulo elastico dinamico** ricavato da almeno 12 determinazioni non deve essere inferiore ai valori limite. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 10%; per valori del modulo inferiori a tale limite verrà applicata una detrazione dell'1.5% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza al di sotto di tale limite fino ad un valore minimo del modulo pari al 90% di quello iniziale: valori inferiori a tale limite comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora i **valori dei vuoti**, determinati sulle carote, risultassero superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa), verrà applicata una detrazione del 1,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 10%: valori dei vuoti superiori al 10% comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il **valore medio di BPN o HS**, come definito in capitolato, per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, sia inferiore ai valori prescritti per ciascun tipo di pavimentazione, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) e/o di calpestio verrà penalizzato del 15% del suo costo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata. I valori della soglia di non accettabilità sono:

- BPN = 55
- HS = 0,3 mm

Qualora il valore medio di BPN o HS, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea o per ciascuna tratta da 50 m, sia inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato di usura per tutta la sua superficie e alla stesa di un nuovo manto; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i valori deficitari al disopra della soglia di non accettabilità, previa accettazione della DD.LL e/o della Stazione appaltante. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti da progetto, pur essendo i valori di BPN e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo.

### **Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.**

#### **Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto**

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo **spessore dello strato** verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto, verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante, mentre carenze superiori al 10% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la sua successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Qualora il **valore medio di IRI**, come definito in capitolato per ciascuna tratta omogenea, non soddisfi le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con i pneumatici) verrà penalizzato del 15% del suo costo, questo fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità pari al valore di 4 mm/m.

Qualora il valore medio di IRI, come definito in precedenza per ciascuna tratta omogenea, sia maggiore o uguale a tale valore, si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa con fresa dello strato per tutta la sua larghezza e alla stesa di un nuovo manto; il nuovo strato sarà comunque soggetto alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

### **Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.**

## **Art. 58 – Condotte-tubazioni**

Le tubazioni in genere saranno valutate in base al loro sviluppo in lunghezza, secondo i tipi e le particolari indicazioni di Elenco. I prezzi compensano comunque tutti gli oneri, le prestazioni e le forniture previste dal presente capitolato, fatta eccezione (se non diversamente previsto) per i letti di sabbia nelle tubazioni interrato, o per i massetti ed i rivestimenti in calcestruzzo, che verranno valutati separatamente. Le protezioni, giunzioni, innesti/raccordi, sifoni sono da intendersi comprese nel prezzo di elenco a metro lineare.

## **Art. 59 – Segnaletica orizzontale e verticale**

I lavori e le forniture saranno pagati a norma dell'Elenco prezzi secondo i seguenti criteri.

- Le strisce di mezzeria e marginatura di larghezza cm. 12, cm 15 o cm 25 saranno misurate a ml. di striscia effettiva.
- Le strisce di larghezza superiore a cm. 25, comprese le normali zebature, saranno misurate a mq di superficie effettiva.
- Le scritte saranno misurate a mq di superficie, vuoto per pieno, secondo il perimetro circoscritto alla lettera.
- Freccie e altri simboli e segni per la superficie effettiva.

La D.L. accetterà i suddetti prodotti solo dopo che sarà fornita la documentazione del produttore sui sistemi di qualità impiegati nella fabbricazione e comunque quella prescritta nel presente capitolato.

### **Art. 60 – Seminagioni – piantagioni**

Le seminagioni saranno valutate a superficie, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di elementi correttamente attecchiti, con il passaggio in carico all'Amministrazione.

## **CAPO 4 – CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

### **4.1 – CRITERI AMBIENTALI MINIMI**

Oltre alle indicazioni del presente capitolato, **in ordine all'acquisto di articoli per arredo urbano, di ammendanti, piante ornamentali ed impianti di irrigazione, si rimanda ai requisiti definiti nei "Criteri Ambientali Minimi" di cui al Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel Settore della Pubblica Amministrazione ovvero PANGGPP, DM 5 febbraio 2015 G.U. n. 50 del 2 marzo 2015 - DM 13 dicembre 2013 G.U. n. 13 del 17 gennaio 2014,** che sono da intendersi complementari al presente documento.

**In ordine all'acquisto di sorgenti/apparecchi per illuminazione pubblica si rimanda alle specifiche tecniche definite dai C.A.M di cui al DM 27 settembre 2017 G.U. n 244 del 18 ottobre 2017,** da intendersi complementari al presente documento.

**Infine per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici dei cantieri della pubblica amministrazione si richiama il D.M. 24 dicembre 2015 G.U. n. 16 del 21 gennaio 2016.**

Il rispetto da parte dell'appaltatore dei requisiti elencati dai predetti CAM sarà evidente attraverso la consegna al R.U.P. ed alla D.L dell'opportuna documentazione tecnica che attesti o certifichi la soddisfazione del/i requisito/i stesso/i.