



Città metropolitana  
di Roma Capitale

**DIPARTIMENTO VII - VIABILITA' E INFRASTRUTTURE VIARIE**  
**UFFICIO DIREZIONE "VIABILITA' SUD"**

**RIQUALIFICAZIONE S.P. 3/e ARDEATINA DAL Km. 9+516 AL Km. 23+200**

**LAVORI COMPLEMENTARI AI SENSI DEL'ART. 63 COMMA 5 DEL**

**D.LGS. 50/2016 E SS.MM.II**

**" TRATTO 2 "**

**PROGETTO ESECUTIVO**

A	Emissione	D'Alessio	Resta	V. Guidobaldi	18/02/2021
REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVAZIONE	DATA
TITOLO:  <b>DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI</b> Capitolato speciale d'appalto Norme tecniche		ELABORATO:			
		02 06 DE R 06 A			
		SCALA			
		DATA	18/02/2021		

PROGETTISTI



RESPONSABILE UNICO  
DEL PROCEDIMENTO:

Geom. Giovanni Tozzi



## SOMMARIO

<b>1 CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' E DELLE LAVORAZIONI .....</b>	<b>5</b>
1.1 <i>Lavorazioni oggetto dell'appalto.....</i>	<i>5</i>
1.2 <i>REQUISITI, PRESCRIZIONI, PENALITÀ E DETRAZIONI.....</i>	<i>5</i>
1.3 <i>QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</i>	<i>6</i>
1.3.1 <i>GENERALITÀ' .....</i>	<i>6</i>
1.3.2 <i>MATERIALI PER OPERE IN VERDE.....</i>	<i>10</i>
1.3.3 <i>TELI DI "GEOTESSILE" .....</i>	<i>11</i>
1.4 <i>PROVE SUI MATERIALI .....</i>	<i>11</i>
1.4.1 <i>CERTIFICATO DI QUALITÀ' .....</i>	<i>11</i>
1.4.2 <i>ACCERTAMENTI PREVENTIVI.....</i>	<i>12</i>
1.4.3 <i>PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA .....</i>	<i>12</i>
1.4.3.1 <i>NORME DI RIFERIMENTO .....</i>	<i>13</i>
1.5 <i>MOVIMENTI MATERIE .....</i>	<i>13</i>
1.5.1 <i>Definizioni e classificazioni.....</i>	<i>13</i>
1.5.1.1 <i>Diserbamento e scoticamento .....</i>	<i>13</i>
1.5.1.2 <i>Scavi.....</i>	<i>14</i>
1.5.1.3 <i>Scavi di sbancamento .....</i>	<i>16</i>
1.5.1.4 <i>Scavi di fondazione .....</i>	<i>16</i>
1.5.1.5 <i>Rinterri e/o bonifiche .....</i>	<i>17</i>
1.5.1.6 <i>Bonifica.....</i>	<i>18</i>
1.5.1.7 <i>Rinterri.....</i>	<i>18</i>
1.5.1.8 <i>Sistemazione superficiale .....</i>	<i>18</i>
1.5.1.9 <i>Rilevati.....</i>	<i>19</i>
1.5.1.10 <i>Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali.....</i>	<i>19</i>
1.5.1.11 <i>Rilevati stradali .....</i>	<i>19</i>
1.5.1.12 <i>Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 .....</i>	<i>19</i>
1.5.1.13 <i>Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7 .....</i>	<i>21</i>
1.5.1.14 <i>Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5,A6,A7 .....</i>	<i>22</i>
1.5.1.15 <i>Rilevati rinforzati .....</i>	<i>22</i>
1.5.2 <i>Costruzione del rilevato .....</i>	<i>23</i>
1.5.2.1 <i>Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo). .....</i>	<i>23</i>
1.5.2.2 <i>Strato di transizione (Rilevato-Terreno) .....</i>	<i>24</i>
1.5.2.3 <i>Strato granulare anticapillare.....</i>	<i>24</i>
1.5.2.4 <i>Telo Geotessile "tessuto non tessuto" .....</i>	<i>24</i>
1.5.2.5 <i>Stesa dei materiali .....</i>	<i>25</i>
1.5.2.6 <i>Condizioni climatiche .....</i>	<i>28</i>
1.5.2.7 <i>Rilevati Speciali Sperimentali .....</i>	<i>28</i>
1.5.2.8 <i>Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio.....</i>	<i>29</i>
1.5.2.9 <i>Terra stabilizzata a calce.....</i>	<i>29</i>
1.5.2.10 <i>Terra stabilizzata a cemento .....</i>	<i>30</i>



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

1.5.2.11	Piano di appoggio del rilevato .....	32
1.5.2.12	Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo) .....	33
1.5.2.13	Rilevati .....	33
1.5.2.14	Resistenza al gelo .....	34
1.5.2.15	Modalità di lavorazione .....	34
1.5.3	Rilevati con materiali riciclati da: .....	35
1.5.3.1	Rifiuti speciali da demolizione edile .....	35
1.5.3.2	Rifiuti speciali industriali – scorie .....	38
1.5.3.3	Specifica di controllo .....	39
1.5.3.4	Disposizioni generali .....	39
1.5.3.5	Prove di laboratorio .....	41
1.5.3.6	Prove di controllo in fase esecutiva .....	41
1.5.3.7	Prove di controllo sul piano di posa .....	42
1.5.3.8	Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento	45
1.5.3.9	Prove di laboratorio .....	45
1.5.3.10	Prove in sito .....	46
1.5.3.11	Prove di controllo sul piano di posa .....	46
1.5.3.12	Controllo dei materiali riciclati da rifiuti spaciali da demolizione edile .....	46
1.5.3.13	Prove di laboratorio .....	46
1.5.3.14	Prove in sito .....	46
1.5.3.15	Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie .....	47
1.5.3.16	Prove di laboratorio .....	47
1.5.3.17	Prove in sito .....	47
1.5.3.18	Controllo scavi .....	49
1.6	<i>BONIFICA DA ORDIGNI BELLCI</i> .....	50
1.6.1.1	Campo di applicazione .....	50
1.6.1.2	Rimozione della vegetazione .....	51
1.6.1.3	Esplorazione del terreno .....	51
1.6.1.4	Scavo per il recupero degli ordigni bellici .....	52
1.6.1.5	Rimozioni degli ordigni bellici .....	52
1.6.1.6	Prescrizioni ed oneri generali .....	53
1.6.1.7	Modalità di esecuzione delle lavorazioni .....	56
1.6.1.8	Collaudo .....	56
1.7	<i>DEMOLIZIONI - RIMOZIONI – TRASPORTI</i> .....	57
1.7.1.1	Demolizioni .....	57
1.7.1.2	Recinzioni di cantiere .....	57
1.7.1.3	Murature e fabbricati .....	58
1.7.1.4	Demolizione di strutture .....	59
1.7.1.5	Carotaggi .....	59
1.7.1.6	Demolizione di pavimentazione o massciata stradale in conglomerato bituminoso .....	60
1.7.1.7	Gestione rifiuti .....	61
1.7.1.8	Rimozioni .....	62
1.7.1.9	Trasporti .....	63
1.8	<i>OPERE PROVVISORIALI</i> .....	64



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

<b>1.9</b>	<b>CONGLOMERATI – ACCIAI - CASSEFORME.....</b>	<b>65</b>
1.9.1.1	Conglomerati cementizi semplici od armati (normali e precompressi).....	65
1.9.1.2	Componenti.....	65
1.9.1.3	Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi.....	66
1.9.1.4	Confezione.....	69
1.9.1.5	Trasporto .....	70
1.9.1.6	Posa in opera.....	71
1.9.1.7	Stagionatura ed disarmo .....	72
1.9.1.8	Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio .....	73
1.9.1.9	Conglomerato cementizio per copertine,cantionali, pezzi speciali, parapetti, ecc. ....	74
1.9.1.10	Casseforme, armature e centinature .....	74
<b>1.10</b>	<b>CONGLOMERATI BITUMINOSI CALDI PER STRATI DI BASE, COLLEGAMENTO E USURA .....</b>	<b>75</b>
1.10.1.1	BASE TRADIZIONALE A CALDO .....	75
1.10.1.2	Aggregati .....	75
1.10.1.3	Conglomerato di recupero .....	77
1.10.1.4	Legante .....	78
1.10.1.5	Additivi .....	79
1.10.1.6	Miscele .....	80
1.10.1.7	Accettazione delle miscele .....	81
1.10.1.8	Confezionamento delle miscele .....	82
1.10.1.9	Preparazione delle superfici di stesa .....	83
1.10.1.10	Posa in opera .....	85
1.10.1.11	Controlli .....	87
1.10.1.12	BASE A CALDO CON BITUME MODIFICATO .....	91
1.10.1.13	Aggregati.....	92
1.10.1.14	Conglomerato di recupero.....	93
1.10.1.15	Legante .....	94
1.10.1.16	Additivi.....	95
1.10.1.17	Miscele.....	96
1.10.1.18	Accettazione delle miscele .....	97
1.10.1.19	Confezionamento delle miscele.....	98
1.10.1.20	Preparazione delle superfici di stesa .....	99
1.10.1.21	Posa in opera .....	101
1.10.1.22	Controlli .....	102
1.10.1.23	BINDER TRADIZIONALE A CALDO .....	107
1.10.1.24	Aggregati.....	107
1.10.1.25	Conglomerato di recupero.....	109
1.10.1.26	Legante .....	109
1.10.1.27	Additivi.....	110
1.10.1.28	Miscele.....	111
1.10.1.29	Accettazione delle miscele .....	113
1.10.1.30	Confezionamento delle miscele.....	114
1.10.1.31	Preparazione delle superfici di stesa .....	115
1.10.1.32	Posa in opera .....	116
1.10.1.33	Controlli .....	118
1.10.1.34	BINDER CON BITUME MODIFICATO.....	124





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

1.10.1.35	Aggregati.....	124
1.10.1.36	Conglomerato di recupero.....	127
1.10.1.37	Legante .....	127
1.10.1.38	Additivi.....	128
1.10.1.39	Miscele.....	129
1.10.1.40	Accettazione delle miscele .....	132
1.10.1.41	Confezionamento delle miscele.....	134
1.10.1.42	Preparazione delle superfici di stesa .....	135
1.10.1.43	Posa in opera .....	136
1.10.1.44	Controlli .....	137
1.10.1.45	TAPPETO DI USURA TRADIZIONALE A CALDO.....	142
1.10.1.46	Aggregati.....	143
1.10.1.47	Legante .....	144
1.10.1.48	Additivi.....	145
1.10.1.49	Miscele.....	146
1.10.1.50	Accettazione delle miscele .....	148
1.10.1.51	Confezionamento delle miscele.....	149
1.10.1.52	Preparazione delle superfici di stesa .....	150
1.10.1.53	Posa in opera .....	151
1.10.1.54	Controlli .....	152
1.10.1.55	TAPPETO DI USURA A CALDO CON BITUME MODIFICATO .....	157
1.10.1.56	Aggregati.....	158
1.10.1.57	Legante .....	160
1.10.1.58	Additivi.....	160
1.10.1.59	Miscele.....	161
1.10.1.60	Accettazione delle miscele .....	163
1.10.1.61	Confezionamento delle miscele.....	164
1.10.1.62	Preparazione delle superfici di stesa .....	164
1.10.1.63	Posa in opera .....	166
1.10.1.64	Controlli .....	167
1.11	ASFALTI COLATI PER MARCIAPIEDI .....	172
1.11.1	Requisiti dei materiali inerti costituenti l'asfalto colato .....	173
1.11.1.1	Posa in opera degli asfalti colati .....	175
1.11.1.2	Prove .....	175
1.11.1.3	CONGLOMERATO BITUMINOSO FREDDO PER MANUTENZIONI STRADALI A ELEVATE PRESTAZIONI.....	175
1.11.1.4	Descrizione .....	175
1.11.1.5	Legante .....	176
1.11.1.6	Aggregati.....	176
1.11.1.7	Aggregato grosso.....	177
1.11.1.8	Aggregato fino .....	177
1.11.1.9	Filler di Additivazione .....	177
1.11.1.10	Conglomerato riciclato .....	178
1.11.1.11	Additivi.....	178
1.11.1.12	Miscele.....	178
1.11.1.13	Confezionamento delle miscele.....	179



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

1.11.1.14	Posa in opera delle miscele .....	179
1.11.1.15	EMULSIONE BITUMINOSA PER MANO D'ATTACCO .....	180
1.12	<i>FONDAZIONE STRADALE IN POZZOLANA STABILIZZATA CON CALCE IDRATA</i> .....	180
1.13	<i>FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE DI CAVE, CON LEGANTE NATURALE</i> .....	182
1.13.1.1	Descrizione .....	182
1.13.1.2	Modalità di esecuzione .....	183
1.14	<i>FONDAZIONI IN MISTO CEMENTATO</i> .....	183
1.14.1.1	.....	184
1.14.1.2	Descrizione .....	184
1.14.1.3	Caratteristiche dei materiali: inerti .....	184
1.14.1.4	Caratteristiche dei materiali: legante .....	184
1.14.1.5	Caratteristiche dei materiali: acqua .....	185
1.14.1.6	Miscela - Prove di Laboratorio e in sito .....	185
1.14.1.7	Resistenza .....	185
1.14.1.8	Preparazione e posa in opera .....	185
1.14.1.9	Protezione superficiale .....	187
1.14.1.10	Norme di accettazione .....	187
1.15	<i>RIEMPIMENTO IN BETONABILE</i> .....	187
1.16	<i>PAVIMENTAZIONI IN ELEMENTI PRECONFEZIONATI</i> .....	188
1.16.1.1	Posa in opera .....	188
1.17	<i>RAMPE PER DISABILI</i> .....	189
1.17.1.1	Generalità .....	189
1.18	<i>OPERE MURARIE</i> .....	189
1.18.1.1	Malte per le murature .....	189
1.18.1.2	TUBAZIONI E SPECCHI .....	190
1.18.1.3	TRASPORTO E POSA IN OPERA .....	190
1.18.1.4	Prove di tenuta A Norma della vigente legislazione in materia di inquinamento dei corpi ricettori (Legge 319/76 e seguenti) .....	193
1.18.1.5	TUBI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA' .....	193
1.18.1.6	TUBAZIONI DI POLI-CLORURO DI VINILE (PVC) .....	194
1.18.1.7	TUBI DRENANTI IN PVC .....	195
1.18.1.8	TUBAZIONI IN CEMENTO .....	195
1.18.1.9	TUBAZIONI IN GRES CERAMICO .....	196
1.18.1.10	TUBI IN GHISA SFEROIDALE .....	197
1.18.1.11	POZZETTI E CHIUSINI .....	197
1.18.1.12	GIUNTI STRADALI DI DILATAZIONE E IMPERMEABILITA' .....	198
1.18.1.13	Premesse .....	198
1.19	<i>SEGNALETICA STRADALE</i> .....	199
1.19.1.1	Pellicole .....	199
1.19.1.2	Supporti in lamiera .....	200
1.19.1.3	Rinforzo perimetrale .....	200
1.19.1.4	Traverse di rinforzo e di collegamento .....	200
1.19.1.5	Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni .....	200



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

1.19.1.6	Trattamento lamiere (preparazione del grezzo e verniciatura) .....	200
1.19.1.7	Attacchi.....	201
1.19.1.8	Sostegni .....	201
1.19.1.9	Sostegni a portal.....	201
1.19.1.10	Fondazioni e posa in opera .....	202
1.19.1.11	Segnaletica in pitture spartitraffico .....	202
1.19.1.12	Segnaletica con materiali preformati permanenti retroriflettenti .....	203
1.19.1.13	Segnaletica in materiali termoplastici .....	204
1.19.1.14	Materiali plastici a freddo.....	205

## **1 CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' E DELLE LAVORAZIONI**

### **1.1 Lavorazioni oggetto dell'appalto**

La presente relazione riguarda la progettazione esecutiva e definitiva per “lavori di riqualificazione della pavimentazione stradale dal km 9+516 al km 20+000 e dal km 23+200 al km 27+200 a tratti” relativamente all'arteria SP3/e Ardeatina.

La progettazione si è svolta partendo dallo svolgimento delle attività topografiche e di quelle relative alle indagini geognostiche per la verifica dello stato dell'infrastruttura.

La Città Metropolitana di Roma Capitale ha inserito nel Programma OO.PP 2020-2022 elenco annuale 2020, approvato con deliberazione consiliare n°35/2020 con inserimento nel suo programma “SP 3/Ardeatina – lavori di riqualificazione della pavimentazione stradale dal Km. 9+516 al Km. 20+000 e dal Km. 23+200 al Km. 27+200 a tratti”.

Successivamente ha dato incarico alla scrivente SAIM Srl l'esecuzione del servizio di progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della Sicurezza in fase di progettazione, rilievi topografici e indagini/prove in situ, regolarizzata con autorizzazione ai sensi dell'art.,1 c.2 lett.a) del D.L 76/2020.

### **1.2 REQUISITI, PRESCRIZIONI, PENALITÀ E DETRAZIONI**

Nel caso che i risultati delle prove, in sito e/o di laboratorio, diano valori difforni dai prescritti requisiti di accettazione, la coomittenza potrà far demolire e ricostruire l'opera a totale carico dell'impresa.

In alternativa l'opera potrà, ad insindacabile discrezione di Città Metropolitana di Roma Capitale, essere accettata con detrazione in funzione del tipo di opera, come nei paragrafi successivi specificato e contestuale applicazione della penalità prevista nello SCHEMA DI CONTRATTO.



Per ciascun tipo di materiale/opera sono riportati, negli articoli seguenti, le prescrizioni/requisiti di accettazione dei materiali da impiegare, la loro posa, le prove e verifiche.

I materiali impiegati nella realizzazione della sovrastruttura stradale dovranno essere idonei all'utilizzo e provvisti di regolare marcatura CE in conformità alle prescrizioni disposte dal Regolamento (UE) n. 305/2011 che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

### **1.3 QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

#### **1.3.1 GENERALITÀ'**

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati. Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM145/2000.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

#### **a) ACQUA**

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018) e s.m.i. in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

#### **b) LEGANTI IDRAULICI**



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018) e s.m.i., alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

Cementi (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le “Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 180 del 17.7.1968).
- D.M. 20.11.1984 “Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi” (G.U. n. 353 del 27.12.1984). Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).
- D.I. 9.3.1988 n. 126 “Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi”.
- Agglomerati cementizi e calci idrauliche (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
- D.M. 31.8.1972 che approva le “Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calci idrauliche” (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

c) **CALCI AEREE -POZZOLANE**

Dovranno corrispondere alle “Norme per l'accettazione delle calci aeree”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle “Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico”, R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

d) **GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI**

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018) e s.m.i., norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.



**e) PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n. 4-Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

**f) CORDONI-BOCCHETTE DI SCARICO-RISVOLTI-GUIDE DI RISVOLTO-SCIVOLI PER ACCESSI-GUIDE E MASSETTI PER PAVIMENTAZIONE**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle "Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945".

**g) sCAMPOLI DI PIETRA DA IMPIEGARE PER LE FONDAZIONI/RIEMPIMENTI**

Dovranno essere sani e di buona resistenza alla compressione, privi di parti alterate, di dimensioni massime comprese tra 15 e 25 cm ma senza eccessivi divari fra le dimensioni massime e minime misurate nelle diverse dimensioni.

**h) PIETRA NATURALE**

Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate. Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assetamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

**i) MANUFATTI DI CEMENTO**

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

**j) MATERIALI FERROSI**

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto. In particolare essi si distinguono in:



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

- acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018) e s.m.i. in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086;
- lamierino di ferro per formazione di guaine per armature perc.a.p.:
- dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
- acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. n. 42 del 20 febbraio 2018) e s.m.i. in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n.1086.

**k) BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione”, Ed. maggio 1978; “Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali”, Fascicolo n. 3, Ed. 1958; “Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)”, Ed. 1980.

**l) BITUMI LIQUIDI FLUSSATI**

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle “Norme per l' accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali”, Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

**m) POLVERI DI ROCCIA ASFALTICA**

Le polveri di roccia asphaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all' 1%. Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III). Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asphaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami. Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. -2332. Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.). Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

**n) OLII ASFALTICI**

Gli olii asphaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asphaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.





Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

1. olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30÷45°C;
2. olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane: viscosità Engier a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷70°C;
3. olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi: viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35÷50°C;
4. olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55÷70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

### **1.3.2 MATERIALI PER OPERE IN VERDE**

1. Terra: la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno idoneo proveniente da scotico oppure da scavi nell'ambito del cantiere. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
2. Concimi: i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.
3. Materiale vivaistico: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.
4. Semi: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.





La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna “buona semente” e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

### **1.3.3 TELI DI “GEOTESSILE”**

Il telo “geotessile” avrà le seguenti caratteristiche:

- a) composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:
- b) Geotessile a marchiatura CE:
- c) costituito al 100% di fibre di prima scelta resistenti all'invecchiamento da UV e immarcescibili, a struttura isotropa (non tessuti) con funzione di separazione, filtrazione dei piani di posa dei rilevati o in opere in terra, (escluso l'utilizzo nella realizzazione di manufatti in terra rinforzata e muri verdi), mediante l'inserimento alla base o in strati intermedi di geotessili, nella direzione di sforzo prevalente ALLUNGAMENTO AL CARICO MAX(\*) UNI EN ISO 10319 >40 (%) JSECUNI EN ISO 10319(\*) >15 (kN/m) Apertura caratteristica pori UNI EN ISO 12956 <0,13 mm Cone drop test UNI EN ISO 13433 <22 mm (\*) valore minimo tra le due direzioni ortogonali e Jsec al 5% di deformazione
- d) calza in geotessile pesante da 500 g/mq in polipropilene o poliestere.

Per la determinazione del peso e dello spessore del “geotessile” occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.

## **1.4 PROVE SUI MATERIALI**

### **1.4.1 CERTIFICATO DI QUALITÀ'**

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi “Certificati di qualità” rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori



caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

#### **1.4.2 ACCERTAMENTI PREVENTIVI**

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi, 500 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi, 50 t per i cementi e le calci, 5.000 m per le barriere, il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

#### **1.4.3 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA**

L'impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dalla D.L. e dalla Commissione di collaudo. In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite, presso il Centro Sperimentale Stradale dell'ANAS di Cesano o presso altro laboratorio ufficiale o autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.



### **1.4.3.1 NORME DI RIFERIMENTO**

Il richiamo al regolamento (UE) n. 305/2011 e al D. Leg.vo 106/2017, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato.

Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO contenute nella presente norma deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.

Degli stessi potrà essere ordinate la conservazione previa-apposizione- di sigilli e Firme del Direttore deL Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche e nell'espletamento del collaudo Tecnico-Amministrativo.

## **1.5 MOVIMENTI MATERIE**

### **1.5.1 Definizioni e classificazioni**

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

#### **1.5.1.1 Diserbamento e scoticamento**

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi. Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua. Nella esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato; tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà possibile la consistenza originaria del terreno in sito essere completamente rimosso
- b) il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previ ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati; La larghezza dello scorticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere



continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla DL in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

### **1.5.1.2 Scavi**

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata all'impianto di opera costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- impianti di rilevati;
- impianti di opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.
- 

Gli scavi si distinguono in :

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

Nella esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

- a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico- meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a dell'Appaltatore.
- b) Rifornire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

- c) Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche ( a totale carico dell'Appaltatore).
- d) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
- e) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).

- f) Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate.
- g) Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Appaltatore di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

h) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Appaltatore:

- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
- Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
- Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
- Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

i) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra.

Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Appaltatore, e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente.

Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo.

I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Appaltatore, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L.(ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente, fermo restando che all'Appaltatore verrà riconosciuto un sovrapprezzo per il trasporto del materiale a discarica per distanze superiori ai 5 km, misurati per il



percorso stradale più breve dal punto più vicino del cantiere come da voce di Elenco Prezzi.

L'Appaltatore, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica. Per i materiali ritenuti idonei ma in esubero rispetto alla quantità occorrente per la formazione dei rilevati, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare all'Appaltatore di accantonare i materiali provenienti dalla escavazione delle gallerie o dagli scavi di sbancamento, su apposite aree per il loro riutilizzo, anche su altri lotti contigui, senza che l'Appaltatore possa pretendere nulla, rimanendo a carico dell'Amministrazione le relative indennità di occupazione temporanea ed all'Appaltatore la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali.

Naturalmente qualora il sito, da adibire a deposito temporaneo, sia concordemente individuato con la D.L. a distanza superiore ai 5 km, le maggiori distanze verranno compensate con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

#### **1.5.1.3 Scavi di sbancamento**

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali;

#### **1.5.1.4 Scavi di fondazione**

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto. I piani



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 ( S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi i aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvederà, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Appaltatore dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

**1.5.1.5 Rinterri e/o bonifiche**

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati,





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;

- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

**1.5.1.6 Bonifica**

- a) La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto. Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR UNI 10006):
- A1, A3 se proveniente da cave i prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;
  - A1, A2-4, A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7. Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972). Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5, gli strati dovranno avere spessore sciolto) non superiore a 30 cm (materiale nel modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 0.15 N/mm<sup>2</sup>) 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e
- b) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto a) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere e costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

**1.5.1.7 Rinterri**

- a) Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7;
- b) Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

**1.5.1.8 Sistemazione superficiale**

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69





- 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coeff. di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

#### **1.5.1.9 Rilevati**

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni.

#### **1.5.1.10 Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali**

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006, di cui alla Tabella 1 allegata.

#### **1.5.1.11 Rilevati stradali**

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei di egni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale (sottofondo).

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti fondazione od in galleria. da scavi di sbancamento, di

#### **1.5.1.12 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3**

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7. Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1-a</sub> e A<sub>3</sub> (per le terre appartenenti al gruppo A<sub>3</sub> vale quanto già detto in precedenza). I materiali impiegati dovranno esser del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili. L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non soddisfare i requisiti



già precedentemente richiamati. eccedenti i 20 cm, nonché di Di norma la dimensione delle massime ezzature ammesse non dovrà superare i strato compattato. due terzi dello spessore dello

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod. (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e

0.15 N/mm<sup>2</sup>) (CNR 146 - 1992) , salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più ,da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.



Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla Committenza un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti. La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del rilevato esistente. L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

#### ***1.5.1.13 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7***

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.



Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Appaltatore e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

#### ***1.5.1.14 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7***

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6, A7 si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione (a calce e/o cemento, punto 2.4.8.1 e seguenti), attraverso una opportuna campagna sperimentale. I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due stradale. sezioni trasversali del corpo. In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

#### ***1.5.1.15 Rilevati rinforzati***

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di massa non superiore 71 mm, A<sub>2-4</sub> e A<sub>2-6</sub>. Uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici, con l'impiego di geotessili, ecc.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH compreso tra 5 e 10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohm x cm per opere all'asciutto immerse in acqua. Superiore a 3.000 ohm x cm per opere

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHO Mod (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 - 1992) non dovrà essere inferiore ai 20MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.



## 1.5.2 Costruzione del rilevato

### 1.5.2.1 *Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo).*

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e delle sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa:
- 
- 20 MPa:
- 
- 15 MPa:

nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul iano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;

nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;

nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali, sia differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modifica a (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.



Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

#### **1.5.2.2 Strato di transizione (Rilevato-Terreno)**

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile "non tessuto" come da punto 2.4.7.4.

#### **1.5.2.3 Strato granulare anticapillare**

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%. superiore al 15% in peso e comunque con un passante

Il materiale dovrà risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

#### **1.5.2.4 Telo Geotessile "tessuto non tessuto"**

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene.

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero.

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

R

Caratteristiche tecniche	POLIPROPILENE
--------------------------	---------------



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

<i>Massa volumica (g/cm<sup>3</sup>)</i>	<i>0,90</i>
<i>Punto di rammollimento( K)</i>	<i>413</i>
<i>Punto di fusione (K)</i>	<i>443 ÷ 448</i>
<i>Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)</i>	<i>0,04</i>
<i>Resistenza a trazione (N/5 cm)</i>	<i>1900</i>

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante alle reazioni chimiche

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

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

#### **1.5.2.5 Stesa dei materiali**

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> o con rocce frantumate;





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ( $\pm 1,5\%$  circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Appaltatore ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.





Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera. Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare. La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm. Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati.

La semina dovrà essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Appaltatore dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Se nei rilevati avvenissero cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A<sub>6</sub> e A<sub>7</sub>.

Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

#### ***1.5.2.6 Condizioni climatiche***

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es.: pietrame). Nella esecuzione dei rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati. che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo rimuovere lo strato superficiale rammollito.

#### ***1.5.2.7 Rilevati Speciali Sperimentali***

Con il termine "rilevati speciali" sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

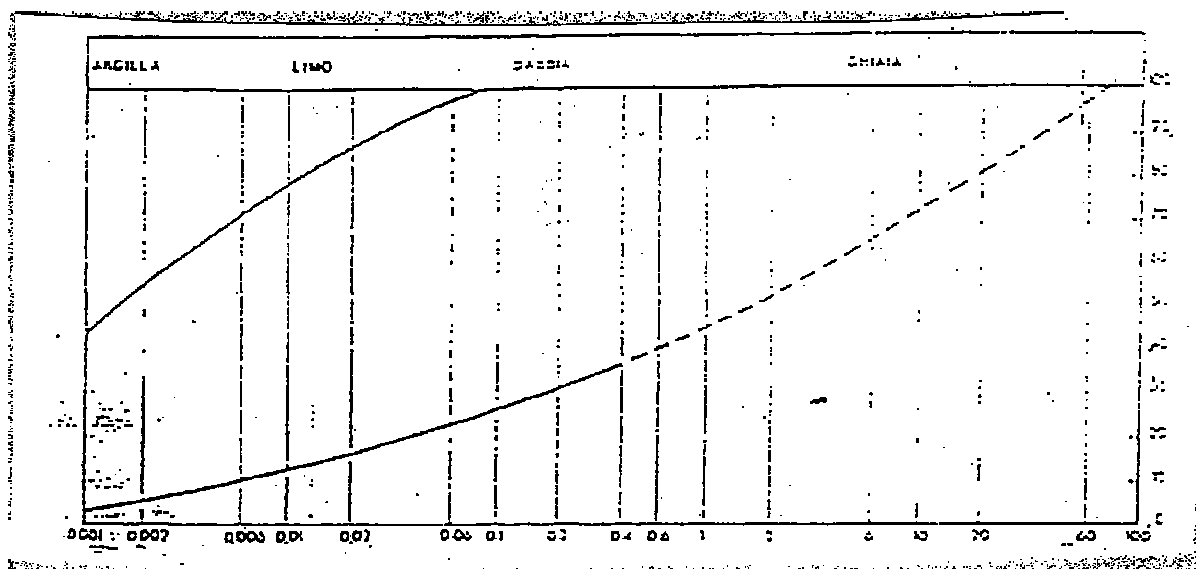


- rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- rilevati con materiali riciclati.

### **1.5.2.8 Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio**

### **1.5.2.9 Terra stabilizzata a calce**

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973). Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10. Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A<sub>2-6</sub> e A<sub>2-7</sub>) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 3 %. Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva. La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):



il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973). Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%. La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più



elevate durabilità richiesti. di sostanza organica garantiscano comunque requisiti di resistenza, indeformabilità e

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calce di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a

prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qu necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Qualsiasi altra prova Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale. Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D. L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

#### ***1.5.2.10 Terra stabilizzata a cemento***

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento,

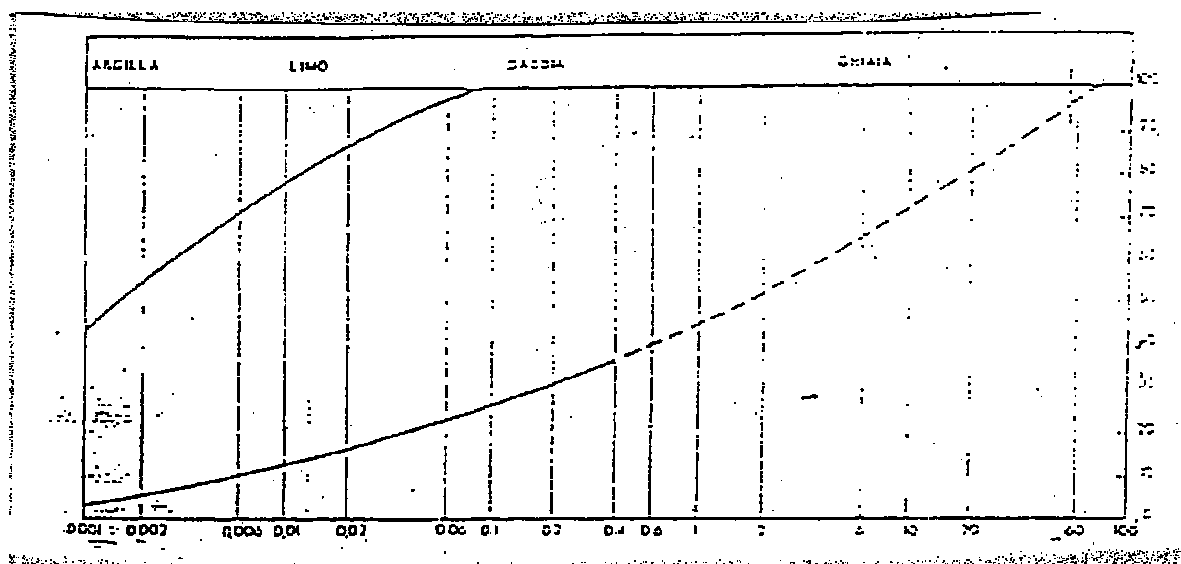


risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso- limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:



il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5. Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.



La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 - 1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D.L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

#### ***1.5.2.11 Piano di appoggio del rilevato***

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a:

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>, (CNR 146 - 1992);



Per altezza di rilevato oltre i 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

#### ***1.5.2.12 Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)***

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>

#### ***1.5.2.13 Rilevati***

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale. Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a:

Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

Per altezza di rilevato oltre i 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.





#### ***1.5.2.14 Resistenza al gelo***

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

#### ***1.5.2.15 Modalità di lavorazione***

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D.L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera. Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Appaltatore sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper disco; di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a miscelato con il terreno; quando questo non sia stato il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente
- mescolazione con adeguati mescolatori al giudizio della D.L.; latori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni.





L'Appaltatore dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm).

Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Appaltatore dovrà procedere ad una raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto. Preventiva polverizzazione della terra, affinché si

- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice. La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante. Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore. Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

### **1.5.3 Rilevati con materiali riciclati da:**

- rifiuti speciali da demolizione edile
- rifiuti speciali industriali - scorie.

#### ***1.5.3.1 Rifiuti speciali da demolizione edile***

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di ine ti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

I rilevati con materiali riciclati, potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimita o tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. 10-9-1982 n. 915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei.

Dovrà essere preventivamente fornita alla DL oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

<b>Serie Crivelli e Setacci UNI</b>	<b>passante % in peso</b>
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0.4	7 - 22
setaccio 0.075	2 - 15



I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30 %.

Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del D.P.R. 10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U. n°343 del 15.12.82.

Prove di prequalificazione del materiale:

- a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;
- b) prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo  $G \leq 30$ ;

Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L., costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale. L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992 ) dovrà risultare non inferiore a:

- a) 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- b) 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>, sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;



- c) 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

#### ***1.5.3.2 Rifiuti speciali industriali - scorie***

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art. 4 del D.L. n°22 del 5/02/1997, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.0 m, terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente  $\beta$ ) dovrà essere compresa tra 20 e 40;  $\beta$  risulta così definita: coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm<sup>2</sup>/g), determinata con il permeabilometro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi  $< 80 < \mu$ , ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode opératoire granulé de haut fourneau - Dunoid - Paris 1970). nLPC: Measure du coefficient  $\beta < \beta$  d'activité du latier
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere  $< 15\%$ ; Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.

Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con l'opera. Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato. A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972). Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra risultare non inferiore a: diametro 30 cm)(CNR 146 -1992) dovrà

50 MPa:

20 MPa:

nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;

nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale;

### ***1.5.3.3 Specifica di controllo***

### ***1.5.3.4 Disposizioni generali***

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Appaltatore per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, alci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte. I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Appaltatore è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 1, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo le Norme CNR-UNI 1 nell'allegata Tabella 2.

006/63, e riportati

Le normative di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

ATEGORIE DI LAVORI MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n.30483 del 24.09.1988
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UN 10006/63 B.U.- C.N. . n.69 B.U.- C.N. . n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N. . n.146 A.XXVI



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	C.N.R.-UN 10006/63 B.U.- C.N. . n.69 B.U.- C.N. . n.22 CNR - UNI 10009 B.U.- C.N. . n.146 A.XXVI
FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	C.N.R.-UNI 10006/63 B.U.- C.N. . n.69 B.U.- C.N. . n.22 B.U.- C.N. . n.146 A.XXVI CNR - UNI 10009 B.U.- C.N. . n.36 A VII

**1.5.3.5 Prove di laboratorio**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica ;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua ;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità  
sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 ;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata  
(CNR 69 -1978) ; La caratterizzazione e frequenza  
delle prove è riportata in Tabella 1.

**1.5.3.6 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni presso Laboratorio Ufficiale. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme conservazione. del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità .

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.





### 1.5.3.7 Prove di controllo sul piano di posa

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea. Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati. La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.). Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate nel presente capitolato

Tabella 1

Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m<sup>3</sup>——)

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	<i>Corpo del rilevato</i>		<i>Ultimo strato di cm 30</i>			
	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>
Classificazione CNR-UNI 10006/63	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHO Mod. CNR	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica i B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico	*	*	500	2000	1000	5000



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

su piastra CNR 9 - 67						
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori ** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

Tabella 2



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $\leq$ 35%							Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $>$ 35%				Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7	A 8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6
Analisi granulometrica . Frazione passante allo staccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	$\leq 50$ $\leq 30$ $\leq 15$	$\leq 50$ $\leq 25$	$> 50$ $\leq 10$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$\leq 35$	$> 35$	$> 35$	$> 35$	$> 35$	$> 35$

Prospetto I - Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $\leq$ 35%							Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $>$ 35%				Torbe e terre organiche palustri
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	$\leq 6$		$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$> 40$		$\leq 40$	$> 40$	$\leq 40$	$> 40$	$> 40$
Indice di plasticità			$\leq 10$	$\leq 10$	$> 10$	$> 10$		$\leq 10$	$\leq 10$	$> 10$	$> 10$	$> 10$
Indice di gruppo	0	0	0		$\leq 4$			$\leq 8$	$\leq 12$	$\leq 16$	$\leq 20$	

Prospetto I - Classificazione delle terre									
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%			Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332> 35%				Torbe terre organiche palustri	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grassa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa	Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille forti e compressibili	Argille forti e compressibili	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente				Da scartare come sottofondo	



Prospetto I - Classificazione delle terre									
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $\leq$ 35%			Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 $>$ 35%				Torbe e terre organiche palustri	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia o sabbiosa, sabbia grassa pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa	Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente compressibili plastiche	Torbe di recente formazione, detriti organici di origine palustre
Qualità portanti quale terreno in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente				Da scartare come sottofondo	

### **1.5.3.8 Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

### **1.5.3.9 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (una almeno ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);



Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

- Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 500 m<sup>2</sup>)
- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m<sup>2</sup>)

#### ***1.5.3.10 Prove in sito***

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito (una ogni 1000 m<sup>3</sup>)
- Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m<sup>3</sup>);

#### ***1.5.3.11 Prove di controllo sul piano di posa***

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 1000 m<sup>2</sup>.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

#### ***1.5.3.12 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile***

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

#### ***1.5.3.13 Prove di laboratorio***

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/80), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso.

Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale da porre in opera.

#### ***1.5.3.14 Prove in sito***

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare.



Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

**1.5.3.15 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

**1.5.3.16 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n° 69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica;
- determinazione dell'attività.

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 200 t di materiale.

**1.5.3.17 Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare.

Sarà effettuata una prova ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera. Telo Geotessile "tessuto non tessuto".

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene .

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero .

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile. Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

Caratteristiche tecniche	POLIPROPILENE
Massa volumica (g/cm <sup>3</sup> )	0,90



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

<i>Punto di rammollimento K)</i>	413
<i>Punto di fusione (K)</i>	443 ÷ 448
<i>Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)</i>	0,04
<i>Resistenza a trazione (N/5cm)</i>	1900

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante. alle reazioni chimiche che si verificheranno

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI e dai B.U. del CNR n° 142/92, n° 143/92, n° 144/92 e n° 145/92, riportate nella seguente tabella:

Campionatura <b>CARATTERISTICA</b>	<b>RIFERIMENTO</b>
(per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
Peso, in g/m <sup>2</sup>	UNI 5114
Spessore, in mm	UNI 8279/2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639
Allungamento, in %	UNI 8639
Lacerazione, in N	UNI 8279/9
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, MPa	UNI 8279/11
Punzonamento, in N	UNI 8279/14
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%	
Diametro di filtrazione, espresso in micron, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica	

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO
peso (UNI 5114)	$\geq 300 \text{ g/m}^2$
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	$> 19 \text{ kN}$
allungamento (UNI 8639)	$> 60\%$
lacerazione (UNI 8279/9)	$> 0,5 \text{ kN/m}$
punzonamento (UNI 8279/14)	$> 3,1 \text{ kN}$
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	$> 0,8 \text{ cm/s}$
dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	$< 100 \mu\text{m}$

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

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

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

#### **1.5.3.18 Controllo scavi**

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con



l'Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

#### Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio: Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;

eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio. Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :

- ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

#### Prove in sito

##### Terre

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione pressente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione

##### Rocce:

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni. Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo. litologia presente e la classe Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto in esame.

## **1.6 BONIFICA DA ORDIGNI BELLICI**

### **1.6.1.1 Campo di applicazione**

da Ordigni

Bellici" si

intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnesco e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione oggetto del



presente Capitolato. Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendo qualsiasi natura. ( mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici)

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal presente Capitolato. In caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, potranno prevalere, con l'accordo della DL, su quelle del presente Capitolato.

#### ***1.6.1.2 Rimozione della vegetazione***

Ove necessario, prima vegetazione. di procedere alla ricerca degli ordigni bellici, si dovrà procedere alla rimozione della vegetazione.

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito in tutte quelle zone ove la presenza della stessa ostacoli l'uso dell'apparecchio cercamine e sarà effettuato da operai qualificati b.c.m. sotto il controllo di un rastrellatore. Nel tagliare la vegetazione non dovranno essere esercitate pressioni sul terreno da bonificare e dovranno essere rispettate tutte le eventuali piante di alto fusto e tutte le "matricine" da lasciare in zona, salvo diverse disposizioni.

Il materiale di risulta verrà accatastato in zona già bonificata e successivamente trasportato a rifiuto.

#### ***1.6.1.3 Esplorazione del terreno***

La ricerca degli ordigni bellici dovrà essere effettuata con l'impiego di idonei apparecchi cercamine. Il terreno da esplorare dovrà essere convenientemente frazionata in modo da avere la massima garanzia di completezza dell'esplorazione.

Le modalità di ricerca dovranno essere conformi alle prescrizioni in materia emanate dalla Amministrazione Militare e dovranno essere concordate con l'Autorità territorialmente competente.

L'attività di ricerca sarà suddivisa nelle seguenti tre fasi:

- esplorazione del piano soggetto a bonifica, nella sua consistenza al momento della esecuzione dei lavori, con cercamine selettivo fino a cm 30 di profondità tipo S.C.R. 625;
- esplorazione del piano soggetto a bonifica con cercamine tipo Forster per la ricerca e localizzazione di masse ferrose fino alla profondità di cm 100;
- esplorazione e localizzazione in profondità eseguita per strati successivi, non superiore a 1 metro, previa

bonifica dello strato da apparecchio di ricerca. sbancare, o mediante esecuzioni di perforazioni verticali con l'impiego di apposito. La ricerca con cercamine selettivo fino



a 30 cm dovrà essere eseguito solo se specificatamente richiesta dall'Amministrazione Militare; in caso contrario l'esplorazione sarà iniziata con il cercamine tipo Fo ster.

La ricerca in profondità dovrà essere eseguita quando richiesta dai documenti di progetto e/o dall'Amministrazione Militare.

La ricerca in profondità dovrà essere eseguita in stretto accordo alle modalità prescritte dall'Amministrazione Militare ed in ogni caso potrà avere inizio soltanto dopo che le masse ferrose localizzate con le precedenti fasi siano state rimosse.

Tutte le masse ferrose localizzate dovranno essere riportate su una planimetria indicando le coordinate planimetriche e la profondità rispetto al piano di campagna; tale planimetria sarà utilizzata per la successiva fase di recupero. Le masse ferrose localizzate nel corso dell'esplorazione dovranno altresì essere identificate in sito mediante idonee ed evidenti segnalazioni.

#### ***1.6.1.4 Scavo per il recupero degli ordigni bellici***

Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose individuate con le fasi di ricerca superficiale dovranno essere effettuati esclusivamente a mano con precauzione ed attrezzature adeguate alla particolarità ed ai rischi delle lavorazioni

Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose profonde potranno essere effettuati con mezzi meccanici con azionamento oleodinamico fino ad una quota un metro più elevata di quella della massa ferrosa da rimuovere (e comunque per strati non superiori a 70/80 cm per volta), la restante parte dello scavo dovrà essere eseguita a mano. Gli scavi di sbancamento di strati già bonificati, per effettuazione di ricerche a strati successivi, approvazione dell'Amministrazione Militare, potranno essere eseguiti con mezzi meccanici. Previa Tutti gli scavi dovranno essere effettuati sotto la sorveglianza di un assistente tecnico b.c.m. o di un rastrellatore b.c.m.. Ove necessario l'Appaltatore dovrà provvedere a sbadacchiare od armare le pareti degli scavi e dovrà altresì provvedere all'aggettamento e/o regolamentazione delle acque meteoriche o di falda. Tutte le aree scavate, al termine della bonifica, dovranno essere convenientemente rinterrate, con materiale proveniente dagli scavi o di fornitura dell'Appaltatore, per ripristinare il preesistente stato dei luoghi.

#### ***1.6.1.5 Rimozioni degli ordigni bellici***

Tutte le masse ferrose e gli ordigni bellici localizzati, dovranno essere messi a nudo con le opportune cautele e, se perfettamente noti e certamente non pericolosi, dovranno essere rimossi ed accantonati in area sicura e presidiata.



Gli ordigni bellici non noti o non riconosciuti con assoluta certezza dovranno essere lasciati in situ apposta segnaletica e protezione fino all'intervento dell'Amministrazione Militare.

Il ritrovamento degli ordigni bellici dovrà essere tempestivamente comunicato per iscritto alla competente Amministrazione Militare, alla DIREZIONE LAVORI DEL COMMITTENTE ed ai Carabinieri.

La distruzione degli ordigni bellici non trasportabili sarà effettuata in loco previa adozione delle necessarie misure di sicurezza. Il brillamento sarà attuato da tecnici dell'Amministrazione Militare o, purché dalla stessa prescritto ed autorizzato dai tecnici b.c.m. dell'Appaltatore.

Gli ordigni bellici rimossi ed accantonati, a meno di diversa disposizione dell'Amministrazione Militare, dovranno essere giornalmente trasportati e consegnati nelle aree indicate dalla stessa Amministrazione Militare.

I mezzi utilizzati per il trasporto dovranno essere idonei allo scopo, perfettamente efficienti, muniti di regolari permessi e coperti da adeguate assicurazioni.

#### ***1.6.1.6 Prescrizioni ed oneri generali***

L'effettuazione della "Bonifica da Ordigni Bellici", ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica alla effettuazione di qualsiasi altra attività lavorativa.

Prima di dare corso alle attività di cantiere, l'Appaltatore dovrà richiedere, alla Direzione Genio Militare territorialmente competente, un parere sull'opportunità (necessità) di eseguire lavori di bonifica; tale richiesta dovrà essere corredata dalla documentazione atta ad individuare le aree interessate ed a definire la tipologia delle opere da realizzare su ciascuna area. Prima dell'inizio dei lavori di bonifica, l'Appaltatore dovrà richiedere ed ottenere le necessarie autorizzazioni e prescrizioni da parte della Direzione Generale Militare competente.

All'atto della competenza: richiesta di autorizzazione, l'Appaltatore dovrà segnalare/fornire all'Amministrazione Militare

- 1) la data di inizio lavori prevista;
- 2) la planimetria delle zone da bonificare;
- 3) l'elenco del personale tecnico specializzato b.c.m. (dirigenti tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, operai qualificati);
- 4) una copia dei brevetti, non scaduti, rilasciati dall'Amministrazione Militare, attestanti l'idoneità di tutto il personale specializzato in riferimento alla qualifica per la quale dovrà essere impiegato;
- 5) l'elenco del personale ausiliario.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Due giorni lavorativi prima dell'inizio delle attività, l'Appaltatore dovrà comunicare all'Amministrazione Militare:

- 6) la data di inizio e la data di fine lavori prevista;
- 7) l'elenco nominativo del personale che sarà effettivamente impiegato; tale elenco dovrà fare riferimento al documento di qualifica (brevetti) di cui al precedente punto 4;
- 8) l'elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo.

Durante il corso dei lavori, ed alla fine degli stessi, l'Appaltatore dovrà comunicare/consegnare all'Amministrazione Militare:

- 9) l'elenco dell'eventuale nuovo personale da utilizzare sui lavori (nel rispetto delle disposizioni di cui ai precedenti punti 3, 4, 5);
- 10) l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
- 11) la planimetria indicante le zone bonificate;
- 12) la data di fine lavori;
- 13) la "Dichiarazione a Garanzia" di avvenuta bonifica.

Copia di tutto quanto sopra dovrà essere contestualmente consegnato alla Direzione Lavori.

Giornalmente, all'inizio dell'attività lavorativa, l'Appaltatore consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo, con qualifica, del personale effettivamente presente ed operante in cantiere.

Per una certa e completa identificazione degli operai che saranno impiegati nei lavori, la Direzione Lavori potrà richiedere il certificato penale e quello di buona condotta e l'esibizione della carta di identità personale degli addetti ai lavori.

Il dirigente tecnico b.c.m. designato dall'impresa esecutrice, dovrà presenziare alla consegna dei lavori ed al rilascio delle prescrizioni da parte dell'Amministrazione Militare e dovrà controllare la regolarità dell'esecuzione.

Il coordinamento continuativo delle attività dovrà essere affidato ad un assistente tecnico b.c.m. che dovrà essere presente nell'area di lavoro durante l'intero orario lavorativo di ciascuna giornata e che avrà la responsabilità della custodia e della regolare compilazione dei documenti di cantiere.

I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio, l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931, n. 773 e leggi successive.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

L'Appaltatore assumerà ogni e qualsiasi responsabilità, sia civile che penale, tanto nei riguardi del proprio personale quanto verso terzi, per danni di qualsiasi natura, comunque e dovunque derivanti dai lavori di bonifica oggetto della convenzione e solleverà perciò il Committente e gli organismi per conto di questa operanti, nella maniera più completa, dalle suddette responsabilità, anche nel caso in cui detti danni si fossero manifestati agendo nel completo rispetto della buona regola dell'arte e delle prescrizioni antinfortunistiche vigenti nonché di ogni altra disposizione particolare o generale prevista nel prescritto atto.

L'Appaltatore, alla fine dei lavori dovrà rilasciare esplicita dichiarazione in bollo, su modulo fornito dalla Amministrazione Militare, per garantire la completa bonifica da mine e da altri ordigni esplosivi residuati bellici di qualunque genere, della intera zona assegnata.

La dichiarazione in argomento dovrà essere firmata dal Dirigente Tecnico che ha diretto i lavori e dal legale rappresentante dell'impresa esecutrice.

L'Appaltatore, nella esecuzione dei lavori, dovrà attenersi alle disposizioni e precauzioni da osservare per assicurare la continuità e la sicurezza dell'esercizio ferroviario.

Tutte le disposizioni che venissero impartite direttamente dal personale dell'Amministrazione Militare dovranno essere portate a conoscenza della Direzione Lavori per eventuali commenti o benessere.

In considerazione del fatto che i suddetti lavori di bonifica tendono a tutelare la pubblica incolumità e la sicurezza della circolazione dei treni, i lavori stessi saranno eseguiti in conformità della Circolare numero 300/46 del 24 Novembre 1952 del Ministero degli Interni.

L'Appaltatore è tenuto ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Appaltatore e le locali Autorità.

Copia dei sopracitati accordi dovrà essere inviata, per informazione, a la Direzione Lavori prima dell'inizio delle

attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.





Le zone da bonificare dovranno essere opportunamente recintate e segnalate; sarà cura dell'Appaltatore richiedere l'intervento delle autorità preposte per i provvedimenti da adottare per la disciplina del transito nelle zone interessate dai lavori di bonifica.

Tutti i residui bellici di qualsiasi natura, rinvenuti appartengono e dovranno essere consegnati alla Amministrazione Militare

Nel caso di lavori da eseguire su fondale marino, lacustre, alveo di fiume o comunque in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà adeguare le attrezzature di ricerca e di servizio alla particolare tipologia dei luoghi. Tutto il materiale proveniente dal taglio della vegetazione ed il materiale di risulta proveniente da scavi, trovanti, etc., dovrà essere trasportato a rifiuto nella discarica indicata dalla Direzione Lavori autorizzate; sarà cura dell'Appaltatore ottenere la disponibilità delle necessarie discariche.

#### ***1.6.1.7 Modalità di esecuzione delle lavorazioni***

I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931 n. 773 e leggi successive

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà dare evidenza di aver ottemperato a quanto prescritto dalle leggi vigenti. La constatazione di quanto attuato e l'autorizzazione all'inizio lavori non esonera l'Appaltatore dalla propria responsabilità sull'andamento dei lavori.

L'Appaltatore è tenuto ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Appaltatore e le locali Autorità. Copia dei sopracitati accordi dovrà essere inviata, per informazione, alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.

#### ***1.6.1.8 Collaudo***

Il collaudo dei lavori di bonifica, verrà eseguito secondo le modalità prescritte dall'Amministrazione Militare. Resta inteso che al collaudo tecnico procederà l'Amministrazione Militare, dietro richiesta della Committente, entro un mese dalla data di Committente. Ultimazione accertata con relativo verbale, d'intesa con il Collaudatore



## **1.7 DEMOLIZIONI - RIMOZIONI – TRASPORTI**

### **1.7.1.1 Demolizioni**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte e per non compromettere la continuità del transito, che in ogni caso deve essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Appaltatore, il quale deve, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari con la adozione di puntellature e sbadacchiature.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Appaltatore.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto od a di smaltimento e impiego nei luoghi che verranno indicati preventivamente nell'apposito piano

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco.

Sono altresì inclusi tutti gli oneri per la eventuale demolizione e ricostruzione di manufatti e colonnine per gli allacci delle utenze da ripristinare per tutti i privati frontisti stradali ove a ciò non provvedessero le stesse Aziende o gli stessi privati. Sono inoltre inclusi tutti i lavori necessari per la deviazione provvisoria e la successiva esecuzione definitiva degli allacci in fogna esistenti (acque nere, bianche o miste) degli insediamenti prospicienti la sede stradale da ricondurre in fogna in luogo idoneo.

### **1.7.1.2 Recinzioni di cantiere**

Nel procedere alla demolizione l'appaltatore dovrà avere preventivamente realizzato la recinzione di delimitazione del cantiere, occupando temporaneamente la fascia necessaria al cantiere prevista in progetto.

La recinzione di cantiere dovrà possedere adeguate caratteristiche di fonoassorbimento, conformemente alle prescrizioni sui limiti al rumore ottenute attraverso relazione redatta a cura dell'Appaltatore. La relazione di impatto acustico preventivamente

La tipologia ed il posizionamento di tale recinzione di cantiere sarà definita concordemente con la D.L. coi privati in quanto sarà costantemente da salvaguardare l'accessibilità agli insediamenti industriali e residenziali, saranno da evitare condizionamenti o disturbi alla produzione e si dovrà assicurare la fruibilità condizioni di sicurezza e di protezione degli accessi delle aree private, nonché le



### ***1.7.1.3 Murature e fabbricati***

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione terra, a qualsiasi altezza.

in precompresso), potranno anche in breccia, entro e fuoriVerranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.
- Pinze o altri attrezzi idraulici;
- Seghe circolari o fili diamantati.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire

qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tut i gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali, o in qualunque altro caso ritenuto opportuno dalla D.L., potrà essere richiesta l'esecuzione delle demolizioni mediante l'uso di seghe circolari, fili diamantati, pinze idrauliche o qualsiasi altra tecnica o impiego di attrezzature speciali, in modo da realizzare tagli netti e puliti e contestualmente evitare l'insorgere di vibrazioni e conseguenti danni alle strutture eventualmente da conservare. Il tutto senza alcuna maggiorazione del prezzo, in quanto già compreso negli oneri da tenere in considerazione a carico dell'impresa.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su strada in esercizio, l'impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.



#### **1.7.1.4 Demolizione di strutture**

Le demolizioni di strutture di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Saranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori: scalpellatura a mano o meccanica, martello demolitore, agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'Impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, a adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Per le demolizioni da eseguirsi su viabilità in esercizio, l'Impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele

traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su viabilità in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta saranno ceduti all'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanare e trasportare a discarica quelli rifiutati.

#### **1.7.1.5 Carotaggi**

Alcune demolizioni possono essere svolte mediante fori di carotaggio, di diametro e profondità variabile, su strutture e manufatti in C.A. anche fortemente armati, calcestruzzo, pietra, laterizi. I fori saranno eseguiti con l'ausilio di speciali perforatori elettrici o idraulici, dotati di utensili diamantati, del tipo continuo, a umido, a umido con possibilità di recupero liquidi (è assolutamente vietata la



perforazione con mezzi distruttivi). Le corone diamantate sono tubi in acciaio di vari diametri con placchette diamantate fissate sul bordo come una merlettatura. I cristalli di diamante industriale presenti sugli utensili sono microscopici ed affiorano man mano che si consuma la lega metallica. Si pratica in questo modo una fresatura capace di tagliare qualsiasi materiale in modo netto, che non richiede ulteriori interventi con fiamma ossidrica e di rifinitura e che non crea dannose vibrazioni. Le corone diamantate sono raffreddate ad acqua.

La lunghezza del carotaggio è in base alle richieste previste dal progetto, anche con l'ausilio di aste di prolunga, e con la precisione richiesta del disassamento tra ingresso e uscita dell'utensile massima di 5 cm.

Nel caso sia richiesto dalla direzione lavori la carota deve essere estratta integra per controlli sulla qualità del materiale, nei restanti casi la carota anche se spezzata deve essere smaltita a pubblica discarica. Le acque di perforazione dovranno essere captate, raccolte ed adeguatamente evacuate anche percolazioni lungo il fusto delle pile.

Resta inteso che, a seguito di caduta di materiali e/o scarico acque, l'Impresa rimane pienamente e unica responsabile per tutti i danni che dovessero essere arrecati sia all'opera sia alle proprietà pubbliche e di terzi, che ai terzi stessi.

#### ***1.7.1.6 Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso***

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite il carico del materiale di risulta. di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti. Se la demolizione intere sa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi rettilinei e privi di sgretolature. strati; i bordi superfici scarificate dovranno risultare verticali,



La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore. Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

#### **1.7.1.7 Gestione rifiuti**

La gestione rifiuti verrà effettuata conformemente ai principi di precauzione, di prevenzione, di proporzionalità, di responsabilizzazione e di cooperazione di tutti i soggetti coinvolti nella produzione, nella distribuzione, nell'utilizzo e nel consumo dei beni da cui originano i rifiuti, nel rispetto dei principi dell'ordinamento nazionale e comunitario. A tale fine la gestione rifiuti si farà ai criteri di efficacia, efficienza, economicità e trasparenza.

In conformità al D.Lgs. 152/06, l'Appaltatore dovrà rispettare il principio introdotto dal Decreto Ronchi D.Lgs. 22/97 che vede al primo riciclaggio ed il recupero posto la riduzione della quantità dei rifiuti pro di materia o di energia.

Nell'ambito del recupero dei rifiuti i metodi utilizzati per ottenere materia prima secondaria dovranno garantire l'ottenimento 05/02/98 di materiali con caratteristiche fissate nel

186/06, integrazione e modifica del Decreto

Per quel che concerne lo smaltimento dei rifiuti, esso verrà effettuato in condizioni di sicurezza. I rifiuti avviati allo smaltimento finale verranno ridotti il più possibile sia in massa che in volume, potenziando la prevenzione e le attività di riutilizzo, di riciclaggio e di recupero. Lo smaltimento sarà attuato ricorrendo ad una rete integrata ed adeguata di impianti di smaltimento/recupero, attraverso le migliori tecniche disponibili e tenuto conto del rapporto tra costi e benefici complessivi. Le attività di smaltimento in discarica saranno eseguite disciplinate dal D.Lgs. 13/01/2003 n. 36.

Nel caso specifico del cantiere in questione, i rifiuti che si prevedono produrre sono:

1. CER 170904 Rifiuti misti dell'attività di demolizione diversi da quelli di cui alle voci 170901, 170902 e 170903: macerie bituminose (asfalto). Composte prevalentemente da calcestruzzo e parzialmente da miscele
2. CER 170405 Ferro e acciaio: spezzoni di sostegno rottame metallico derivanti dalla demolizione delle strutture metalliche





Nel caso specifico delle macerie da demolizione (CER 170904), l'Impresa si avvarrà del supporto di laboratori accreditati per eseguire analisi di caratterizzazione per la determinazione della pericolosità o meno degli stessi e relativa possibilità di recupero o smaltimento. Dapprima dovrà essere valutato il recupero: solo dopo accertamento analitico (All. 3 D.M. 186/06), verranno inviate ad idoneo impianto autorizzato ad eseguire il ritiro e il recupero di rifiuti. Qualora il risultato analitico fosse negativo per il recupero, si procederà alla determinazione della destinazione idonea per lo smaltimento (D.Lgs. 36/03) mediante integrazione analitica.

Qualora si riscontrassero rifiuti diversi dalla sopracitata lista, l'Impresa dovrà procedere all'accertamento analitico dei predetti materiali conformemente al D.Lgs. 152/06, prima del trasporto ai siti di conferimento.

Il rottame ferroso CER 170405, non provenendo da un ciclo produttivo "pericoloso" o nel quale si possa prevedere una contaminazione del metallo, non autorizzati al recupero dello stesso necessiterà di accertamenti analitici e verrà inviato ad impianti. In funzione dei risultati analitici sui materiali campionati verranno individuati i possibili destini (recupero o smaltimento), e i relativi trasportatori autorizzati a cui affidare le consegne.

Sia per gli impianti che per i trasportatori l'Impresa dovrà fornire copia delle autorizzazioni alla gestione rifiuti all'inizio dei lavori di carico/trasporto. Tutti i rifiuti prodotti verranno trasportati con apposito formulario di accompagnamento opportunamente vidimato e compilato dal produttore o dal trasportatore. L'avvenuto smaltimento e/o recupero sarà ufficializzato dal ricevimento entro i termini di legge delle quarte copie dei formulari opportunamente firmate dall'impianto destinatario. Per quel che concerne la tenuta del registro di carico/scarico dei rifiuti, l'Impresa, in qualità di produttore, dovrà attenersi alle disposizioni del D.Lgs. 152/06.

L'Impresa, con cadenza trimestrale, e comunque a fine lavori, dovrà consegnare copia dei formulari attestanti l'avvenuto conferimento ai siti autorizzati al ricevimento dei rifiuti derivanti dalla demolizione delle strutture.

#### **1.7.1.8 Rimozioni**

Nella rimozione di opere, manufatti e impianti tecnologici esistenti dovrà essere osservata la massima cura per evitare situazioni di pericolo che potrebbero derivare a seguito della rimozione stessa verificando cosa consegue alla rimozione stessa predisponendo quindi idonei accorgimenti al riguardo siano essi provvisori o definitivi. Nell'eseguire le rimozioni, sarà cura ed onere dell'appaltatore il trasporto a riciclo o a rifiuto dei materiali compresi tutti gli oneri.





### **1.7.1.9 Trasporti**

Il servizio dei trasporti di materiali a volume, a numero od a peso non ha alcun limite né di luogo, né di quantità, né di tempo.

Il trasporto a volume si riferisce a tutte le terre, detriti, calcinacci, melme, immondizie, ovvero a materiali da costruzioni terrosi o minuti, malte, ecc. ghiaie, pietrisco, arena, pozzolana, mattoni, scheggiosi di selce o di tufo. Il prezzo del trasporto eseguito con mezzi meccanici compensa ogni spesa di carburante, lubrificanti, le mercedi del personale di manovra, il deterioramento e la manutenzione dei mezzi meccanici stessi, nonché il compenso per le operazioni di carico e scarico con ogni aiuto di opera manuale o meccanica, e le assicurazioni previste dalle leggi vigenti relative agli automezzi.

Il volume delle materie trasportate deve essere misurato sul posto prima delle demolizioni, scavi, ecc. e senza, quindi, tenere conto dell'aumento del volume delle materie scavate, estratte o demolite.

Nei lavori complessi di movimenti di terra, il trasporto delle terre esuberanti agli scarichi sarà desunto dalla differenza fra il volume di tutti gli scavi e sterri e quello di tutti i riporti e riempimenti qualunque sia stato l'ordine ed il tempo nel quale furono eseguiti i diversi movimenti di terra, senza tener alcun conto dell'aumento di volume delle materie scavate, né dell'incompleto assestamento delle materie riportate.

La misura del volume dei materiali sciolti come ghiaia, pietrisco, pozzolane, malte, pietra, scheggiosi, mattoni, melme, immondizie, ecc., ove sia ritenuto necessario dalla Direzione Lavori ai fini della esatta cubatura, si effettuerà in stipe regolarmente conformate o in cassoni di misura da fornirsi dall'appaltatore a sue spese o si ricaverà da quella dei recipienti o dei veicoli in cui le materie verranno contenute o trasportate.

Ciò in quanto con i prezzi dei trasporti si paga non soltanto l'operazione del trasporto, del carico e dello scarico, ma anche la regolare disposizione in stipe delle materie tutte, se non diversamente disposto.

Ove trattasi di trasporto di terre, nel prezzo è compreso di disporre le terre di scarico in regolari riporti di dimensioni, livello e scarpate quali saranno all'appaltatore ordinati.

Quando il luogo o i luoghi di scarico non vengano designati dall'Amministrazione si intende che l'Appaltatore dovrà valersi degli scarichi pubblici o procurarsene altri autorizzati a sua cura e spese e fornendo vidimazione d'identificazione del rifiuto trasportato, secondo le norme vigenti.

All'appaltatore spetterà anche l'onere per lo smaltimento di rifiuti in discariche per legge autorizzate a raccogliervi, di 2<sup>a</sup> categoria A ed anche di 2<sup>a</sup> categoria B e C (rifiuti



speciali e pericolosi) nella misura indicata nei rispettivi prezzi di “Elenco Prezzi”, a seconda della natura dei rifiuti stessi, senza che per tale motivo venga corrisposto alcun ulteriore compenso oltre a quelli previsti in appalto.

### **1.8 OPERE PROVVISORIALI**

Le opere provvisoriali sono mezzi o sussidi o comodità attinenti la esecuzione dei lavori, sono da considerarsi come obbligo inerente la esecuzione degli stessi lavori in sicurezza e restano generalmente compensate con i prezzi stabiliti per le varie attività.

I prezzi delle opere provvisoriali da effettuarsi, anche quando sono oggetto di specifici compensi, comprendono tutti gli oneri derivanti dalle difficoltà di accesso ai luoghi, dalla necessità di tirare o in alto o in basso dalla presenza di acqua, dalla guardiania diurna e notturna, dalla necessità di illuminazione e dalle predisposizioni di progetto e di relazione tecnica (quando necessari). Le opere provvisoriali debbono essere mantenute in perfetto stato di utilizzo da parte dell'Appaltatore e debbono essere eseguite tempestivamente qualora richiesto dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore è obbligato a concedere gratuitamente l'uso dei ponti di servizio, da lui predisposti, per far eseguire opere che l'Amministrazione intende se eventualmente concedere ad altri nello stesso luogo e tempo. Vedasi in particolare le prescrizioni sulle opere provvisoriali da adottare per le discipline provvisorie di traffico.

#### **A) Opere Provvisoriali per gli scavi:**

Tutti gli scavi devono essere protetti da una recinzione di protezione posta ad adeguata distanza dall'orlo del cavo e deve essere allontanata ogni possibilità di scolo di acque dalla superficie nel cavo.

#### **B) Palancolato metallico**

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della D.L. le caratteristiche delle palancole che intende usare ed in modo particolare il loro peso, la loro lunghezza ed i profili.

#### **C) Pannelli metallici doppi di sostegno pareti di scavo fognature**

Per lo scavo a sezione obbligata da eseguirsi per la posa delle tubazioni fognarie dovranno adottarsi obbligatoriamente a cura ed onere dell'appaltatore i pannelli metallici doppi a sostegno delle pareti di scavo, in ogni caso per profondità uguali e superiori ai m. 3,00 (tre metri) con le modalità previste nel Piano di Sicurezza; Per le profondità di scavo comprese fra 1,5 m. e 3,00 m è consentito l'uso di deguate opere provvisoriali in legno; per profondità fino a 1,5 m. dovrà essere assicurata la naturale stabilità della parete di scavo.



## 1.9 CONGLOMERATI – ACCIAI - CASSEFORME

### 1.9.1.1 Conglomerati cementizi semplici od armati (normali e precompressi)

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi i calcoli statici ed i relativi computi metrici. Per la determinazione della portanza dei terreni ai fini della progettazione esecutiva delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988 ed al NTC 18 ad integrazione delle indagini geotecniche allegate al progetto definitivo. Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare l'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- a) del NTC 18 "Norme Tecniche per le costruzioni" e successi e istruzioni;
- b) della legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- c) della legge 2 febbraio 1974, n. sismiche";

### 1.9.1.2 Componenti

#### Cemento. - Il cemento

L'impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno assunto dalle cementerie prescelte a fornire cemento

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, le qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

#### Inerti. -

Non dovranno essere scistosi o silicomagnesiaci. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno da luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto durabilità, ecc.) indurito (resistenza, permeabilità,



modulo elastico, ritiro, viscosità. La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti. Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il feno (essudazione) nel calcestruzzo.

#### Fenomeno del bleeding

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm dilato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa. La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

#### Acqua. -

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua-contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

#### Additivi. –

La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

#### **1.9.1.3 Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dalle Norme Tecniche e del NTC 18Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) pr lievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel eseguire altre prove. caso si rendesse necessario. Tutti gli oneri relativi alle dell'impresa. prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico. Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla  $R_{ck}$  la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle norme UNI 6 126-72 e con le frequenze di cui all NTC 18campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;
- b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poichè di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di



esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a 0,1 m<sup>2</sup> su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;

2) si determinerà la media: aritmetica di tali valori;

3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;

4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;

- 5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice;

la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norma UNI 6132-72).

#### **1.9.1.4 Confezione**

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione. essere realizzata

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da, senza debordare, contenere tutti gli ingredienti della pesata

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità.





Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7 163-79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti, fluidificanti, anche in questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo. La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C. salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti maggiori compensi.

cautelativi da adottare per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di

#### **1.9.1.5 Trasporto**

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniere l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo B).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi e comunque non dovrà superare quanto E' facoltà



della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

#### **1.9.1.6 Posa in opera**

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare materiale isolante o di che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani contenimento di appoggio e delle pareti di I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce compatte omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente di compensi a parte. sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la vibrazione.



Gli apparecchi, i tempi Lavori e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi spazzolata. solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata. La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni e anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedir che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

#### ***1.9.1.7 Stagionatura e disarmo***

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno bagnatura e con altri

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito dalle Norme Tecniche previste dal NTC 18.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

Ove previsto dal progetto esecutivo le murature in calcestruzzo dovranno essere rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali di costruzione; in tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al



rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

#### ***1.9.1.8 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio***

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari ed imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti. Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo,

da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dal progettista negli elaborati di progetto esecutivo.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi, allegato al presente Capitolato;

prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butadiene) a struttura paraffinica (bitile) a struttura complessa (silicone poliuretano polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile. In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose silconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una



aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera. E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di onveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera. Nell'esecuzione di manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

#### ***1.9.1.9 Conglomerato cementizio per copertine, cantonali, pezzi speciali, parapetti, ecc.***

Per la esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordone, cantonali, ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratori, un conglomerato cementizio avente un  $R_{ck}$  minimo  $\geq 25$  N/mm<sup>2</sup>. Ferme restando tutte le

Prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opera in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm 20.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

#### ***1.9.1.10 Casseforme, armature e centinature***

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia del tipo fisso che del tipo scorrevole, sia in senso verticale che in quello orizzontale, nonché per il varo di elementi strutturali prefabbricati, l'Impresa potrà adottare il sistema, i



materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'impresa tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione di armature e centinature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e persone responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel NTC 18.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature e delle centinature, l'Impresa è inoltre tenuta a rispettare le norme e le prescrizioni che, eventualmente, venissero impartite dagli Uffici competenti circa l'ingombro degli alvei attraversati, o circa le sponde libere da lasciare in caso di sovrappassi di strade e ferrovie.

#### **1.10 CONGLOMERATI BITUMINOSI CALDI PER STRATI DI BASE, COLLEGAMENTO E USURA**

##### **1.10.1 BASE TRADIZIONALE A CALDO**

La base tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei naturali, conglomerato di recupero (fresato), bitume semisolido e additivi.

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n. 305/2 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1.

##### **1.10.1.2 Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi sono composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere di additivazione o proveniente dalla frazione fina. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali artificiali o riciclati, qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la Norma Europea Armonizzata UNI EN 13043 in conformità all'appendice ZA della Norma

Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

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

L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

**Tabella A.1**

<b>AGGREGATO GROSSO</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70	C <sub>70/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	40	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤30	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA <sub>24</sub>	%	≤1,5	WA <sub>24</sub> 2

La designazione dell'aggregato fine deve 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 di 4 mm (D<sub>max</sub>=4 mm).

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

**Tabella A.2**

<b>AGGREGATO FINE</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥70	-
Quantità di frantumato			%	≥50	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤2	f <sub>2</sub>





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Il filler, frazione passante per la maggior parte al setaccio 0,0 3mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, deve essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

**Tabella A.3**

FILLER					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP		N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	v	%	30-45	V <sub>38/45</sub>
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/bitume (Rapporto filler/bitume = 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	$\geq 5$	$\Delta_{R\&B} 8/16$

Il possesso dei requisiti elenca i nelle Tabelle A1, A2 ed A3 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura

E predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione, la Direzione Lavori può richiedere la certificazione delle relative prove da DPR n. 380/2001 da effettuarsi presso uno dei laboratori autorizzato

#### **1.10.1.3 Conglomerato di recupero**

Per conglomerato di recupero riciclato) deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita a freddo con apposite macchine. Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8. Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela di materiale riciclato

Nei conglomerati bituminosi per strati di base la percentuale in peso della miscela degli aggregati, deve essere al massimo del 30%.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può esser di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

**1.10.1.4 Legante**

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

Il bitume deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.

Le proprietà richieste per il bitume e i relativi metodi di prova sono indicati nella Tabella A.4.

**Tabella A.4**

<b>BITUME</b>			<i>Tipo 50/70</i>	<i>Tipo 70/100</i>
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Valori richiesti</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	0,1mm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46-54	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Solubilità	UNI EN12592	%	≥ 99	≥ 99
<b>Valori dopo RTFOT (163°C)</b>	UNI EN12607-1			
Variazione di massa	UNI EN12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 48	≥ 45



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Incremento del punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 11	≤ 1 1
---------------------------------------	------------	----	------	-------------

Il possesso dei requisiti elencati nella tabella A4 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori

riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del

bitume. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la **Dichiarazione di Prestazione (DoP)**, deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

#### **1.10.1.5 Additivi**

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti al bitume e consentono di raggiungere le prestazioni richieste al conglomerato bituminoso. Possono essere impiegati per scopi diversi quali la riduzione della sensibilità all'acqua, il miglioramento della lavorabilità in condizioni di stesa difficili, la rigenerazione del bitume invecchiato contenuto nel fresato, il rinforzo strutturale.

Al fine di ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o filler speciali) che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il loro dosaggio può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto e deve essere stabilito in modo da garantire la resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela (Tabelle A.6 e A.7). L'impiego del conglomerato di recupero (fresato), pur nei limiti previsti al precedente punto A2, può provocare un indurimento del mastice e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso, causata dallo scioglimento del bitume vecchio, che in parte più o meno rilevante viene inglobata nel nuovo mastice filler – bitume.

Allo scopo di riequilibrare la viscosità del mastice devono essere impiegati additivi che possono avere natura e caratteristiche diverse. Poiché il tipo di additivo e le modalità di impiego incidono sulla riattivazione del bitume contenuto nel conglomerato di recupero, il dosaggio deve essere determinato in laboratorio valutando le caratteristiche meccaniche (Resistenza a Trazione Indiretta e Modulo di Rigidità) e le caratteristiche volumetriche della miscela. I criteri di scelta dell'additivo, la scheda tecnica del prodotto, l'incidenza del dosaggio sulle caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso devono essere obbligatoriamente contenuti nello studio della miscela.

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

Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.



### 1.10.1.6 Miscele

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per la base, deve avere orientativamente una composizione

granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato in Tabella A.5.

La percentuale di legante, riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Tabella A.		
BASE AC 32 COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
Serie ISO	m m	% di passante
Setaccio	63.0	100
Setaccio	32. 0	90 – 100
Setaccio	20.0	69 – 82
Setaccio	8	45 – 56
Setaccio	2	21 – 31
Setaccio	0.5	10 – 17
Setaccio	0.25	6 – 12
Setaccio	0.0 63	4 - 7
Contenuto di legante (%)		4.3 – 5.3

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34) o con il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697- 31), in modo da ottenere i requisiti riportati in Tabella A.6 (metodo MARSHALL), ovvero in Tabella A.7 (metodo volumetrico). La massa volumica della composizione tipica, costipata a 75 colpi per faccia o a 100 rotazioni di pressa giratoria è assunta come massa volumica di riferimento della miscela (UNI EN 12697 -9) e indicata nel seguito con miscela.

Tabella A.6						
METODO MARSHALL						
Requisito	Norma	Simbol o	unità misura	dii	Valori richiesti	Categoria
Costipamento 75 colpi x faccia						



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	Smin	kN	10	Smin10
Rigidezza Marshall		Qmin	kN/mm	3 – 4,5	Qmin3
<b>T bella A.7</b>	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	Vmin3,0 – Vmax6
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR90
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,75 – 1,35	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C		CTI	MPa	≥ 70	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					

**METODO VOLUMETRICO**

Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Condizioni di prova					
Angolo di rotazione				1. 25° ± 0.02	
Velocità di rotazione			Rotazioni/min	30	
Pressione verticale			kPa	600	
Diametro del provino			mm	100	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	9 – 14	V10Gmin9
Vuoti a 100 rotazioni (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	Vmin3,0 – Vmax6
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	≥ 2	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR90
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,75 – 1,35	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)		CTI	MPa	≥ 70	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					

**1.10.1 Accettazione delle miscele**

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le



frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare i requisiti dichiarati dal produttore con controlli di accettazione a posteriori effettuati sulle miscele prelevate alla stesa e immediatamente costipate senza ulteriore riscaldamento.

Limitatamente alle caratteristiche volumetriche, i controlli di accettazione possono eventualmente essere effettuati anche con successivo riscaldamento del materiale prelevato alla stesa o ottenuto da carote, purché la quantità di materiale sia sufficiente e le temperature di costipamento siano adeguate all'indurimento subito dal bitume durante le fasi di confezione e stesa. Qualora sia necessario eseguire a posteriori anche prove meccaniche

(Stabilità Marshall o Resistenza a trazione indiretta), i provini da sottoporre a tali prove saranno confezionati con gli aggregati ottenuti dalle carote miscelati con bitume nuovo simile a quello dichiarato.

---

<sup>2</sup> *Coefficiente di trazione indiretta  $CTI = \pi/2 D R_t / D_c$*

*dove*

*D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino  $D_c$  = deformazione a rottura*

*$R_t$  = resistenza a trazione indiretta*

*Solo la comparazione tra i risultati di trazione indiretta ai fini della determinazione della sensibilità all'acqua può essere condotta su provini ottenuti mediante ulteriore riscaldamento.*

#### **1.10.1.8 Confezionamento delle miscele**

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

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



aggregati. Possono essere impiegati 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. ,

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in **grado** di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume sia degli additivi.

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

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso fresato deve essere al coperto. L'umidità del fresato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%, Nel caso di valori superiori la produzione del conglomerato deve essere sospesa.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

#### ***1.10.1.9 Preparazione delle superfici di stesa***

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante la pulizia e l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia a misto granular 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 una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale 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 a rottura lenta con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 10) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella D.1, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

**Tabella D.1**

<b>EMULSIONE BITUMINOSA C 60 B10</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Classe
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	40+/-1	6
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	r	%	> 59	6
Omogeneità	UNI EN 1429		%	≤ 0,2	
Sedimentazione a 7gg.	UNI EN 12847	ST	%	≤ 10	3
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850			2+4	
Miscelazione con cemento	UNI EN 12848		%	< 2	10
Caratteristiche bitume estratto	UNI EN 1431				

Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	50 - 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	35 - 56	8
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN112593	-	°C	≤ -8	

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 55% di bitume

residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 3), rispondente alle specifiche indicate nella Tabella D.2.

**Tabella D.2**

<b>EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 3</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	45+/-1	-
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	> 53	5
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 12850	BV		70 - 155	3



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Residuo bituminoso (per evaporazione)					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	≤100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	> 35	8

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

Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione (tra le due basi) deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>; nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0,35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0,40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione

che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa o del bitume modificato per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

#### **1.10.1.10 Posa in opera**

La posa in opera dello strato di base viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spruzzato con la stessa emulsione bituminosa impiegata per la mano d'attacco, in modo da assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa. La compattazione della base deve iniziare appena steso dalla vibro finitrice e condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 12 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm. La miscela bituminosa deve essere stesa sullo 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.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente



non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

#### **1.10.1.11 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera dev essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due gruppi di campioni; un gruppo viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.

Sul conglomerato sfuso prelevato in cantiere vengono determinati il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati e il contenuto di aggregati frantumati. Inoltre, sui provini compattati secondo UNI EN 12697-34 a 75 colpi per faccia sono determinate la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697 – 12) e la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, curando di scegliere posizioni rappresentative dell'insieme della pavimentazione, lontane da chiusini e altri elementi singolari che possano impedire il corretto esercizio dei mezzi costipanti.

Sulle carote vengono misurati gli spessori degli strati e determinati la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante la procedura SN 670461, nonché, qualora il conglomerato sciolto non sia stato prelevato o non sia associabile con certezza alle carote: il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati frantumati e, previo ricostipamento a temperatura adeguata del conglomerato ricavato dalle carote, anche la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Lo **spessore dello strato** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = 100 \cdot \frac{S_{\text{progetto}} - \text{misurato}}{S_{\text{progetto}}}$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è la massa volumica di riferimento dei provini (Marshall 75 colpi o pressa giratoria a 100 rotazioni) confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa o ottenuto dalle carote stesse. Per le posizioni nelle quali le carote sono prelevate ai soli fini della verifica dello spessore, la massa volumica di riferimento è quella ottenuta da altri prelievi prossimi o, in mancanza, quella determinata nello studio della miscela.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla stesa di uno strato di congruagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. La ricarica deve avere uno spessore di almeno 2,0 cm e può essere effettuata con conglomerato tipo binder o tappeto di usura. Quando lo spessore da compensare è inferiore a cm 2,0 il congruagliamento può essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante strato di binder, oppure si deve procedere alla fresatura parziale dello strato di base fino a consentire un congruagliamento di spessore maggiore o uguale a cm 2,0.

La **curva granulometrica** non deve discostarsi da quella dichiarata nello studio della miscela (composizione tipica), con la tolleranza  $\pm 5\%$  sulle singole percentuali di passante ai setacci di apertura maggiore o uguale a 2 mm,

$\pm 3\%$  per i setacci 0,5 mm e 0,25 mm,  $\pm 1,5\%$  al setaccio 0,063 mm.

Scostamenti superiori alla tolleranza comportano la rappresentazione dello studio della miscela con l'assortimento granulometrico effettivamente posto in opera. In caso di mancato soddisfacimento dei requisiti indicati in tabella A.6 o tabella A.7, si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Il **contenuto di legante** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nel contenuto di legante viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:



% di detrazione =  $25 b^2$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di legante riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore dichiarato nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga)

**La percentuale di aggregati frantumati** nella frazione grossa viene determinata in conformità alla UNI EN 933-5. Per percentuale di aggregati frantumati inferiore a quella prevista (70% dell'aggregato grosso) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

% di detrazione =  $0,5 n_f^2$

dove  $n_f$  è la differenza tra 70 e la percentuale in massa degli aggregati frantumati, trattenuti al setaccio ISO

4.0 mm.

Per eventuali altre caratteristiche degli aggregati non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta volta per volta la necessità di accertamenti a posteriori, e di conseguenza l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La **sensibilità all'acqua** viene determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697 – 12.

Per valori della resistenza a Trazione Indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 90% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

% di detrazione =  $0,5 s_a + (0,1 s_a)^2$

dove  $s_a$  è la differenza tra 90 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

**I vuoti residui** della miscela sotto costipamento normalizzato vengono determinati secondo la UNI EN 12697-

8 e la procedura C della UNI EN 12697-6. Per valori della percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.6, ovvero dei provini con pressa girevole a 100 rotazioni eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.7, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:



$$\% \text{ di detrazione} = 2e + e^2$$

dove  $e$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti rispetto al valore indicato nelle tabelle

A.6 o A.7 aumentato di due punti percentuali per l'incertezza di laboratorio.

Il **grado di addensamento**  $G\%$  delle carote è pari a  $\gamma_{\text{carota}}/\gamma_{\text{miscela}}$  espresso in %, con  $\gamma_{\text{miscela}}$  pari a quella misurata su provini del materiale prelevato in opera confezionati con compattazione a impatto (Marshall) con 75 colpi per faccia (C.1.3 di tab. C.1 della EN 13108–20), ovvero a quella corrispondente a 100 rotazioni di pressa giratoria (C.1.9 di tab. C.1 della EN 13108–20).

Per valori del grado di addensamento delle carote inferiore a  $G\%_{\text{limite}}$  viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 3i + i^3$$

dove  $i$  è l'insufficienza di addensamento  $i = (G\%_{\text{carote}} - G\%_{\text{limite}} \%)$  con  $G\%_{\text{limite}}$  pari a 97 diminuito di un punto per l'incertezza di laboratorio se  $G\%_{\text{carote}}$  è ottenuta come media di almeno due determinazioni e diminuito di due punti se ottenuto da una sola determinazione e/o se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6%, o se particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato sono state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori di una delle due detrazioni (vuoti residui e grado di addensamento) superiori al 40% e/o valori della somma delle due superiore al 50%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Qualora non sia possibile valutare separatamente i vuoti residui della miscela e il grado di addensamento in opera, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è l'eccedenza di vuoti residui in opera, determinati sulle carote, rispetto al valore fisso del 9%, comprensivo dell'errore di laboratorio, aumentato a 10% se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6% o quando particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato siano state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Per valori della detrazione, così determinata, superiori al 40%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di legante, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

**Tabella F.1**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
<b>STRATO</b>	<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI DA CONTROLLARE</b>
Base	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Base	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Base	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Base	Legante	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Base	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due per ogni cantiere	Caratteristiche compositive e volumetriche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Base	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due posizioni per ogni cantiere	Spessore previsto in progetto, massa volumica, % vuoti residui, adesione tra gli strati, ed eventualmente le prove previste sul conglomerato sfuso.

**1.10.1.12 BASE A CALDO CON BITUME MODIFICATO**

La base a caldo con bitume modificato è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei, conglomerato di recupero (fresato), bitume modificato con polimeri e additivi.

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n. 305/2 11 sui prodotti da costruzione.

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



### 1.10.1.13 *Aggregati*

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. E si sono composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere di additivazione o proveniente dalla frazione fina. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali o riciclati, qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità europea armonizzata UNI EN 13043. all'appendice ZA della norma

Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009.

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

L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

Tabella A.1					
AGGREGATO GROSSO					
Requisito	Norma	Simbol	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 70	C <sub>70/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	40	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤30	FI <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA <sub>24</sub>	%	≤1,5	WA <sub>24</sub> 2

La designazione dell'aggregato fine deve 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 di 4 mm (D<sub>max</sub>=4 mm).

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

Tabella A.2					
AGGREGATO FINE					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥70	-
Quantità di frantumato			%	≥50	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤2	f <sub>2</sub>



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

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

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

**Tabella A.3**

<b>FILLER</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP		N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	v	%	30-45	V38/45
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/legante (Rapporto filler/legante = 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{RB}$	%	$\geq 5$	$\Delta_{R\&B}8/16$

Il possesso dei requisiti elenca i nelle Tabelle A1, A2 ed A3 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura

E predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

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

Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione la Direzione

Lavori può richiedere la certificazione delle relative prove da DPR n. 380/2001 effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del

#### **1.10.1.14 Conglomerato di recupero**

Per conglomerato di recupero (riciclato) deve intendersi il conglomerato bituminoso già usato nelle strade, proveniente dalla frantumazione di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali di fresatura oppure eseguita a freddo con apposite macchine.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela.

Nei conglomerati bituminosi per strati di base la percentuale in peso di materiale riciclato riferita al totale della miscela degli aggregati, deve essere al massimo del 30%

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

**1.10.1.15 Legante**

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. Il bitume modificato è un bitume semisolido contenente polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.

Le proprietà richieste per il bitume e i relativi metodi di prova sono indicati nella

Tabella A.4

BITUME MODIFICATO PmB 45-80/55				
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	-	0,1mm	45-80
Punto di ramollimento	UNI EN1427	-	°C	≥ 55
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	-	°C	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13302	-	mPa·s	100-300
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R <sub>E</sub>	%	≥ 60
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	UNI EN 13399	-	°C	≤ 3
Variazione del punto di ramollimento				
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	-	%	≥ 60
Incremento del punto di ramollimento	UNI EN1427	-	°C	≤ 8

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella A4 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume modificato. La documentazione, comprendente l'etichetta di



marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

#### **1.10.1.16 Additivi**

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato al bitume, consentono di raggiungere le prestazioni richieste al conglomerato bituminoso. Possono essere impiegati per scopi diversi quali la riduzione della sensibilità all'acqua, il miglioramento della lavorabilità in condizioni di stesa difficili, la rigenerazione del bitume invecchiato contenuto nel fresato, il rinforzo strutturale.

Al fine di ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o filler speciali) che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

Nella scelta del tipo di additivo deve essere verificata la sua compatibilità con i polimeri presenti nel bitume modificato.

Il dosaggio degli additivi deve essere stabilito in modo da garantire a resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela (Tabelle A.6 e A.7).

L'impiego del conglomerato di recupero (fresato), pur nei limiti previsti al precedente punto A2, può provocare un indurimento del mastice e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso, causata dallo scioglimento del bitume vecchio, che in parte più o meno rilevante viene inglobata nel nuovo mastice filler – bitume. Allo scopo di riequilibrare la viscosità del mastice devono essere impiegati additivi che possono avere natura e caratteristiche diverse. Poiché il tipo di additivo e le modalità di impiego incidono sulla riattivazione del bitume contenuto nel conglomerato di recupero, il dosaggio deve essere determinato in laboratorio valutando le caratteristiche meccaniche (Resistenza a Trazione Indiretta e Modulo di Rigidità) e le caratteristiche volumetriche della miscela. I criteri di scelta, la scheda tecnica del prodotto, l'incidenza del dosaggio sulle caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso devono essere obbligatoriamente contenuti nello studio della miscela.

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

Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.



### 1.10.1.17 Miscele

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele

impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per strato di base deve avere orientativamente una composizione granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato in Tabella A.5.

La percentuale di legante, riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Tabella A.5		
BASE AC 32		
COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA		
Serie ISO	m m	% di passante
Setaccio	63.0	100
Setaccio	32. 0	90 – 10
Setaccio	20.0	69 – 82
Setaccio	8	45 – 56
Setaccio	2	21 – 31
Setaccio	0.5	10 – 17
Setaccio	0.25	6 – 12
Setaccio	0.0 63	4 - 7
Contenuto di legante (%)		4.3 – 5.

La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). o con il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697- 31), in modo da ottenere i requisiti riportati in Tabella A.6 ovvero in Tabella A.7.

La massa volumica della composizione tipica, costipata a 75 colpi per faccia o a 100 rotazioni di pressa giratoria è assunta come

γmiscela.

massa volumica di riferimento della miscela (UNI EN 12697 – 9) e indicata nel seguito con

Tabella A.6					
METODO MARSHALL					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>					
Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	$S_{min}$	kN	10	$S_{min10}$
Rigidezza Marshall		$Q_{min}$	kN/mm	3 – 4,5	$Q_{min3}$
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	$V_{min3,0} - V_{max6}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,9 – 1,5	
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C		CTI	MPa	≥ 80	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C					

**Tabella A.7**

<b>METODO VOLUMETRICO</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Condizioni di prova					
Angolo di rotazione				1.2 5° ± 0.02	
Velocità di rotazione			Rotazioni/min	30	
Pressione verticale			kPa	60 0	
Diametro del provino			Mm	100	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	9 – 14	V10Gmin9
Vuoti a 100 rotazioni (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	Vmin3,0 – Vmax6
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	≥ 2	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	><<<	ITSR90
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,9 – 1,5	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)		CTI	MPa	≥ 80	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					

### **1.10.1.18 Accettazione delle miscele**

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108, parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare i requisiti dichiarati dal produttore con controlli di accettazione a posteriori effettuati sulle miscele prelevate alla stesa e immediatamente costipate senza ulterior riscaldamento. Limitatamente





alle caratteristiche volumetriche, i controlli di accettazione possono eventualmente essere effettuati anche con successivo riscaldamento del materiale prelevato alla stesa o ottenuto da carote, purché la quantità di materiale sia sufficiente e le temperature di costipamento siano adeguate all'indurimento subito dal bitume durante le fasi di confezione e stesa.

Qualora sia necessario eseguire a posteriori anche prove meccaniche (Stabilità Marshall o Resistenza a trazione indiretta), i provini da sottoporre a tali prove saranno confezionati con gli aggregati ottenuti dalle carote miscelati con bitume nuovo simile a quello dichiarato.

Solo la comparazione tra i risultati di trazione indiretta ai fini della determinazione della sensibilità all'acqua può essere condotta su provini ottenuti mediante ulteriore riscaldamento.

#### **1.10.1.19 Confezionamento delle miscele**

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

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del legante che degli additivi.

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

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso fresato deve essere al coperto. L'umidità del fresato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori la produzione del conglomerato deve essere sospesa.



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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 160° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume modificato impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

#### **1.10.1.20 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante la pulizia e l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. A seconda che lo strato di supporto sia n misto granular 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 una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale

lavorazione

è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale 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 a rottura lenta con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 10) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella

D.1 , applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m<sup>2</sup>.

Tabella D.1						
EMULSIONE BITUMINOSA - C 60 B10						
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Classe	
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	40+/-1	6	
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	r	%	> 59	6	



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Omogeneità	UNI EN 1429		%	≤ 0,2	
Sedimentazione a 7gg.	UNI EN 12847	ST	%	≤ 10	3
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850			2÷4	
Miscelazione con cemento	UNI EN 12848		%	< 2	10
<b>Caratteristiche bitume estratto</b>	UNI EN 1431				
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	-	0, mm	50 - 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	-	°C	35 - 56	8
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	-	°C	≤ -8	

Per mano d'attacco si intende una emulsione bituminosa applicata sopra una superficidi conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi aumentando l'adesione all'interfaccia.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 69% di bitume residuo modificato con polimeri (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP indicate nella Tabella D1. 3) rispondente alle specifiche

Il bitume modificato steso a cal o deve avere le caratteristiche del bitume residuo indicate in Tabella D.2.

Tabella D.2					
EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI – C 69 BP 3					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Classe
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	30+/-1	9
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	67 – 71	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	o	%	0	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV		70 – 155	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	-	0,1mm	50-70	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	-	°C	> 65	2
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	-	°C	< -15	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R <sub>E</sub>	%	≥ 75	4

La mano d'attacco può essere realizzata anche con bitume modificato con polimeri steso a caldo, nella stessa quantità di bitume residuo dell'emulsione per unità di superficie.

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.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il dosaggio di bitume modificato con polimeri residuo dell'emulsione, o del bitume modificato con polimeri spruzzato a caldo, deve essere pari a 0,40 kg/m<sup>2</sup> nel caso di



stesa della base su pavimentazione precedentemente fresata, di 0,35 kg/m<sup>2</sup> nel caso di ricarica (stesa di base su pavimentazione preesistente), di 0,30 kg/m<sup>2</sup> nel caso di interfaccia tra due strati di base stesi separatamente (base stesa in due passate).

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa o del bitume modificato per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

#### **1.10.1.21 Posa in opera**

La posa in opera dello strato di base viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spruzzato con la stessa emulsione bituminosa impiegata per la mano d'attacco, in modo da assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telo superficiali e di copertura per evitare i raffreddamenti.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente



compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 12 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm. La miscela bituminosa deve essere stesa sullo 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.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

#### **1.10.1.22 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due gruppi di campioni; un gruppo viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.

Sul conglomerato sfuso prelevato in cantiere vengono determinati il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati e il contenuto di aggregati frantumati. Inoltre, sui provini compattati secondo UNI EN 12697-34 a 75 colpi per faccia sono



determinate la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697 – 12) e la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, curando di scegliere posizioni rappresentative dell'insieme della pavimentazione, lontane da chiusini e altri elementi singolari che possano impedire il corretto esercizio dei mezzi costipanti.

Sulle carote vengono misurati gli spessori degli strati e determinati la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante la procedura SN 670461, nonché, qualora il conglomerato sciolto non sia stato prelevato o non sia associabile con certezza alle carote: il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati frantumati e, previo ricostipamento a temperatura adeguata del conglomerato ricavato dalle carote, anche la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Lo **spessore dello strato** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = 100 \cdot \frac{\gamma_{\text{carota}} - \gamma_{\text{miscela}}}{\gamma_{\text{progetto}}}$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è la massa volumica di riferimento dei provini (Marshall a 75 colpi o pressa giratoria a 100 rotazioni) confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa o ottenuto dalle carote stesse. Per le posizioni nelle quali le carote sono prelevate ai soli fini della verifica dello spessore, la massa volumica di riferimento è quella ottenuta da altri prelievi prossimi o, in mancanza, quella determinata nello studio della miscela.



Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. La ricarica deve avere uno spessore di almeno 2,0 cm e può essere effettuata con conglomerato tipo binder o tappeto di usura. Quando lo spessore da compensare è inferiore a cm 2,0 il conguagliamento può essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante strato di binder, oppure si deve procedere alla fresatura parziale dello strato di base fino a consentire un conguagliamento di spessore maggiore o uguale a cm 2,0.

**La curva granulometrica** non deve discostarsi da quella dichiarata nello studio della miscela (composizione tipica), con la tolleranza  $\pm 5\%$  sulle singole percentuali di passante ai setacci di apertura maggiore o uguale a 2 mm,

$\pm 3\%$  per i setacci 0,5 mm e 0,25 mm,  $\pm 1,5\%$  al setaccio 0,063 mm.

Scostamenti superiori alla tolleranza comportano la ripresentazione dello studio della miscela con l'assortimento granulometrico effettivamente posto in opera. In caso di mancato soddisfacimento dei requisiti indicati in tabella A.6 o tabella A.7, si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**Il contenuto di legante** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nel contenuto di legante viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di legante riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore dichiarato nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga)

**La percentuale di aggregati** frantumati nella frazione grossa viene determinata in conformità alla UNI EN 933-5. Per percentuale di aggregati frantumati inferiore a quella prevista (80% dell'aggregato grosso) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 n_f^2$$

dove  $n_f$  è la differenza tra 70 e la percentuale in massa degli aggregati frantumati, trattenuti al setaccio ISO

4.0 mm.





Per eventuali altre caratteristiche degli aggregati non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta volta per volta la necessità di accertamenti a posteriori, e di conseguenza l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La **sensibilità all'acqua** viene determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697 – 12.

Per valori della resistenza a Trazione Indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 90% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \text{ sa} + (0,1 \text{ sa})^2$$

dove sa è la differenza tra 90 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

I **vuoti residui** della miscela sotto costipamento normalizzato vengono determinati secondo la UNI EN 12697-

8 e la procedura C della UNI EN 12697-6. Per valori della percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.6, ovvero dei provini con pressa giratoria a 100 rotazioni eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.7, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2e + e^2$$

dove e è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti rispetto al valore indicato nelle tabelle

A.6 o A.7 aumentato di due punti percentuali per l'incertezza di laboratorio.

Il **grado di addensamento** G% delle carote è pari a  $\frac{\text{carota}}{\text{miscela}}$  espresso in %, con  $\frac{\text{carota}}{\text{miscela}}$  pari a quella misurata su provini del materiale prelevato in opera confezionati con compattazione a impatto (Marshall) con 75 colpi per faccia (C.1.3 di tab. C.1 della EN 13108–20), ovvero a quella corrispondente a 100 rotazioni di pressa giratoria (C.1.9 di tab. C.1 della EN 13108–20).

Per valori del grado di addensamento delle carote inferiore a G%limite viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 3 i + i^3$$



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

dove  $i$  è l'insufficienza di addensamento  $i = (G\%_{\text{carote}} - G\%_{\text{limite}} \%)$  con  $G\%_{\text{limite}}$  pari a 97 diminuito di un punto per l'incertezza di laboratorio se  $G\%_{\text{carote}}$  è ottenuta come media di almeno due determinazioni e diminuito di due punti se ottenuto da una sola determinazione e/o se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6%, o se particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato sono state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori di una delle due detrazioni (vuoti residui e grado di addensamento) superiori al 40% e/o valori della somma delle due superiore al 50%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Qualora non sia possibile valutare separatamente i vuoti residui della miscela e il grado di addensamento in opera, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco della base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è l'eccedenza di vuoti residui in opera, determinati sulle carote, rispetto al valore fisso del 9%, comprensivo dell'errore di laboratorio, aumentato a 10% se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6% o quando particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato siano state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori della detrazione, così determinata, superiori al 40%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di legante, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

**Tabella F.1**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Base	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Base	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Base	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Base	Legante	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Base	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due per ogni cantiere	Caratteristiche compositive e volumetriche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Base	Carote	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due posizioni per ogni cantiere	Spessore previsto in progetto, massa volumica, % vuoti residui ed eventualmente le prove previste sul conglomerato sfuso.

**1.10.1.23 BINDER TRADIZIONALE A CALDO**

Il binder tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei naturali, conglomerato di recupero (fresato), bitume semisolido e additivi.

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n. 305/2011. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1.

**1.10.1.24 Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. E si sono composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere di additivazione o proveniente dalla frazione fina. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali artificiali o riciclati, qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la Conformità Europea all'appendice ZA della Norma Armonizzata UNI EN 13043.

Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009.

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

L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

**Tabella A.1**

**AGGREGATO GROSSO**



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤25	LA <sub>25</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	≥ 80	C <sub>80/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	30	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤25	FI <sub>25</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA <sub>24</sub>	%	≤1,5	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine deve 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 di 4 mm (D<sub>max</sub>=4 mm).

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

<b>Tabella A.2</b>					
<b>AGGREGATO FINE</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-	ES	%	≥70	-
Quantità di frantumato			%	≥50	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-	f	%	≤2	f <sub>2</sub>

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

<b>Tabella A.3</b>					
<b>FILLER</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Indice di plasticità	UNI CEN	IP		N.P.	-
	ISO/TS 17892-12				
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	v	%	30-45	V <sub>38/45</sub>
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/bitume (Rapporto filler/bitume = 1,5)	UNI EN 13179-1	Δ <sub>R&amp;</sub>	%	≥5	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle A1, A2 ed A3 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente



l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione, la Direzione Lavori può richiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

#### **1.10.1.25 Conglomerato di recupero**

Per conglomerato di recupero riciclato) deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita a freddo con apposite macchine. Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori alla dimensione massima prevista per la miscela. Nei conglomerati bituminosi per strati di binder la percentuale in peso di materiale riciclato riferita al totale della miscela degli aggregati, deve essere al massimo del 20%.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

#### **1.10.1.26 Legante**

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

Il bitume deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione.

Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.

Le proprietà richieste per il bitume ed i relativi metodi di prova sono indicati nella Tabella A.4.

**Tabella A.4**

BITUME		Tipo 50/70	Tipo 70/100
--------	--	------------	-------------



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Parametro	Normativa	unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	0,1mm	50-70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46-54	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	≤ - 8	≤ -10
Solubilità	UNI EN12592	%	≥ 99	≥ 99
<b>Valori dopo RTFOT (163°C)</b>	UNI EN12607-1			
Variazione di massa	UNI EN12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 50	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 11	≤ 11

Il possesso dei requisiti elencati nella tabella A4 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

#### **1.10.1.27 Additivi**

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato al bitume, consentono di raggiungere le prestazioni richieste al conglomerato bituminoso. Possono essere impiegati per scopi diversi quali la riduzione della sensibilità all'acqua, il miglioramento della lavorabilità in condizioni di stesa difficili, la rigenerazione del bitume invecchiato contenuto nel fresato, il rinforzo strutturale.

Al fine di ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o filler speciali) che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il loro dosaggio può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto e deve essere stabilito in modo da garantire la resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela (Tabelle A.6 e A.7).

L'impiego del conglomerato di recupero (fresato), pur nei limiti previsti al precedente punto A2, può provocare un indurimento del mastice e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso, causata dallo scioglimento del bitume vecchio, che in parte più o meno rilevante viene inglobata nel nuovo mastice filler – bitume. Allo scopo di riequilibrare la viscosità del mastice devono essere impiegati additivi che possono avere natura e caratteristiche diverse. Poiché il tipo di additivo e le modalità di impiego incidono sulla riattivazione del bitume contenuto nel conglomerato di recupero, il dosaggio deve essere valutato in laboratorio valutando le caratteristiche



meccaniche (Resistenza a Trazione Indiretta e Modulo di Rigidezza) e le caratteristiche volumetriche della miscela.

I criteri di scelta dell'additivo, la scheda tecnica del prodotto, l'incidenza del dosaggio sulle caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso devono essere obbligatoriamente contenuti nello studio della miscela.

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

Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.

#### **1.10.1.28 Miscele**

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per il binder, deve avere orientativamente una composizione granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato in Tabella A.5.

La percentuale di legante, riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Tabella A.		
BINDER AC 20 COMPOSIZIONE GRAN LOMETRICA		
Serie ISO	m m	% di passante
Setaccio	32.0	100
Setaccio	20. 0	90 – 100
Setaccio	10.0	56 – 68
Setaccio	4	37 – 48
Setaccio	2	23 – 33
Setaccio	0.5	11 – 17
Setaccio	0.25	6 – 12
Setaccio	0.0 63	4 - 7
Contenuto di legante (%)		4.3 – 5.7

La quantità di bitume di effettivo impiego deve esser determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34) o con il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697- 31), in modo da ottenere i requisiti riportati in Tabella A.6 (metodo MARSHALL), ovvero in Tabella A.7 (metodo volumetrico).





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

La massa volumica della composizione tipica, costipata a 75 colpi per faccia o a 100 rotazioni di pressa giratoria è assunta come massa volumica di riferimento della miscela (UNI EN 12697 – 9) e indicata nel seguito con  $\gamma_{\text{miscela}}$ .

**Tabella A.6**

<b>METODO MARSHALL</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>					
Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	$S_{\min}$	kN	10	$S_{\min 10}$
Rigidezza Marshall		$Q_{\min}$	kN/mm	3 – 4,5	$Q_{\min 3}$
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	$V_{\min 3,0} - V_{\max 6}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,75 – 1,35	
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C		CTI	MPa	≥ 70	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					

**Tabella A.7**

<b>METODO VOLUMETRICO</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Condizioni di prova					
Angolo di rotazione				1.25° ± 0.02	
Velocità di rotazione			Rotazioni/min	30	
Pressione verticale			kPa	600	
Diametro del provino			mm	100	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	9 – 14	V10G <sub>min 9</sub>
Vuoti a 100 rotazioni (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	$V_{\min 3,0} - V_{\max 6}$
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	≥ 2	



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,75 – 1,35	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)		CTI	MPa	≥ 70	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C. (**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					

**1.10.1.29 Accettazione delle miscele**

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108 parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare i requisiti dichiarati dal produttore con controlli di accettazione a posteriori effettuati sulle miscele prelevate alla stesa e immediatamente costipate senza ulteriore riscaldamento. Limitatamente alle caratteristiche volumetriche, i controlli di accettazione possono eventualmente esser effettuati anche con successivo riscaldamento del materiale prelevato alla stesa o ottenuto da carote, purché la quantità di materiale sia sufficiente e le temperature di costipamento siano adeguate all'indurimento subito dal bitume durante le fasi di confezione e stesa. Qualora sia necessario eseguire a posteriori anche prove meccaniche (Stabilità Marshall o Resistenza a trazione indiretta), i provini da sottoporre a tali prove saranno confezionati con gli aggregati ottenuti dalle carote miscelati con bitume nuovo simile a quello dichiarato.



---

<sup>2</sup> Coefficiente di trazione indiretta  $CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

Solo la comparazione tra i risultati di trazione indiretta ai fini della determinazione della sensibilità all'acqua può essere condotta su provini ottenuti mediante ulteriore riscaldamento.

#### **1.10.1.30 Confezionamento delle miscele**

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. grado di realizzare le miscele

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume sia degli additivi.

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



L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

#### ***1.10.1.31 Preparazione delle superfici di stesa***

Prima della realizzazione del binder è necessario pulire e preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

La mano d'attacco può essere realizzata con emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 55% di bitume residuo. E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il dosaggio della mano d'attacco e la quantità del materiale di ricoprimento devono essere stabiliti dall'Impresa in modo che sia soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretta eseguita secondo la SN 670461.

Il dosaggio consigliato di bitume residuo dell'emulsione bituminosa è di 0,30 kg/m<sup>2</sup> nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base), di 0,35 kg/m<sup>2</sup> nel caso di ricariche (stesa di binder su pavimentazione preesistente), di 0,40 kg/m<sup>2</sup> nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 55% di bitume

residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 3, rispondente alle specifiche indicate nella Tabella D.1.



Tabella D.1

EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 3					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	45+/-1	-
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	> 53	5
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 12850	BV		70 – 155	3
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	≤100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	> 35	8

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

#### 1.10.1.32 Posa in opera

La posa in opera del binder viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti,

fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.



Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato o spruzzato con la

stessa emulsione bituminosa impiegata per la successiva.

mano d'attacco, in modo da assicurare la saldatura della striscia

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di

trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telo superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

e di copertura per evitare i raffreddamenti

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

sospesa quando le condizioni meteorologiche

generali possono

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione

del binder

deve iniziare appena steso dalla

vibrofinitrice



e condotta

a termine

senza

interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati

anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8t e caratteristiche tecnologiche

avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme

addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque

direzione sulla superficie finita di

ciascuno strato deve aderirvi

uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder deve essere 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.

#### **1.10.1.33 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato

bituminoso

e della sua posa in

opera deve

essere effettuato





mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due gruppi di campioni; un gruppo viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.

Sul conglomerato sfuso prelevato in cantiere vengono determinati il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati e il contenuto di aggregati frantumati. Inoltre, sui provini compattati secondo UNI EN 12697-34 a 75 colpi per faccia sono determinate la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697 – 12) e la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, curando di scegliere posizioni rappresentative dell'insieme della pavimentazione, lontane da chiusini e altri elementi singolari che possano impedire il corretto esercizio dei mezzi costipanti.

Sulle carote vengono misurati gli spessori degli strati e determinati la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante la procedura SN 670461, nonché, qualora il conglomerato sciolto non sia stato prelevato o non sia associabile con certezza alle carote: il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati frantumati e, previo ricostipamento a temperatura adeguata del conglomerato ricavato dalle carote, anche la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Lo **spessore dello strato** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro,

tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:



% di detrazione =  $s + 0,2 s^2$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con



$$| S_{\text{progetto}} - S_{\text{misurato}} | \times 0,98 \times \gamma$$

$$s = 100 \cdot \left[ \left( \frac{\text{miscele}}{S_{\text{progetto}}} \right) \right]$$

$S_{\text{progetto}}$

$\gamma_{\text{miscele}}$  è la massa volumica di riferimento dei provini (Marshall a 75 colpi o pressa giratoria a 100 rotazioni) confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa o ottenuto dalle carote stesse. Per le posizioni nelle quali le carote sono prelevate ai soli fini della verifica dello spessore, la massa volumica di riferimento è quella ottenuta da altri prelievi prossimi o, in mancanza, quella determinata nello studio della miscela.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla stesa di uno strato di congruagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. La ricarica deve avere uno spessore di almeno 2,0 cm e può essere effettuata con conglomerato tipo binder o tappeto di usura. Quando lo spessore da compensare è inferiore a cm 2,0 il congruagliamento può essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura, oppure si deve procedere alla fresatura parziale dello strato di binder fino a consentire un congruagliamento di spessore maggiore o uguale a cm 2,0.

**La curva granulometrica** non deve discostarsi da quella dichiarata nello studio della miscela (composizione tipica), con la tolleranza  $\pm 5\%$  sulle singole percentuali di passante ai setacci di apertura maggiore o uguale a 2 mm,

$\pm 3\%$  per i setacci 0,5 mm e 0,25 mm,  $\pm 1,5\%$  al setaccio 0,063 mm.

Scostamenti superiori alla tolleranza comportano la rappresentazione dello studio della miscela con l'assortimento granulometrico effettivamente posto in opera. In caso di mancato soddisfacimento dei requisiti indicati in tabella A.6 o tabella A.7, si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**Il contenuto di legante** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nel contenuto di legante viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:



% di detrazione =  $25 b^2$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di legante riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore dichiarato nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 **La percentuale di aggregati** frantumati nella frazione grossa viene determinata in conformità alla UNI EN 933-5. Per percentuale di aggregati frantumati inferiore a quella prevista (80% dell'aggregato grosso) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

% di detrazione =  $0,5 n_f^2$

dove  $n_f$  è la differenza tra 80 e la percentuale in massa degli aggregati frantumati, trattenuti al setaccio ISO

4.0 mm.

Per eventuali altre caratteristiche degli aggregati non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta volta per volta la necessità di accertamenti a posteriori, e di conseguenza l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La **sensibilità all'acqua** viene determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697 – 12.

Per valori della resistenza a Trazione Indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 90% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

% di detrazione =  $0,5 s_a + (0,1 s_a)^2$

dove  $s_a$  è la differenza tra 90 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

I **vuoti residui** della miscela sotto costipamento normalizzato vengono determinati secondo la UNI EN 12697-

8 e la procedura C della UNI EN 12697-6. Per valori della percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.6, ovvero dei provini con pressa giratoria a 100 rotazioni eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.7, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

% di detrazione =  $2e + e^2$



dove  $e$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti rispetto al valore indicato nelle tabelle

A.6 o A.7 aumentato di due punti percentuali per l'incertezza di laboratorio.

Il **grado di addensamento**  $G\%$  delle carote è pari a  $\gamma_{\text{carota}}/\gamma_{\text{miscela}}$  espresso in %, con  $\gamma_{\text{miscela}}$  pari a quella misurata su provini del materiale prelevato in opera confezionati con compattazione a impatto (Marshall) con 75 colpi per faccia (C.1.3 di tab. C.1 della EN 13108–20), ovvero a quella corrispondente a 100 rotazioni di pressa giratoria (C.1.9 di tab. C.1 della EN 13108–20).

Per valori del grado di addensamento delle carote inferiore a  $G\%_{\text{limite}}$  viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 3 i + i^3$$

dove  $i$  è l'insufficienza di addensamento  $i = (G\%_{\text{carote}} - G\%_{\text{limite}} \%)$  con  $G\%_{\text{limite}}$  pari a 97 diminuito di un punto per l'incertezza di laboratorio se  $G\%_{\text{carote}}$  è ottenuta come media di almeno due determinazioni e diminuito di due punti se ottenuto da una sola determinazione e/o se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6%, o se particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato sono state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori di una delle due detrazioni (vuoti residui e grado di addensamento) superiori al 40% e/o valori della somma delle due superiore al 50%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Qualora non sia possibile valutare separatamente i vuoti residui della miscela e il grado di addensamento in opera, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 v + v^2$$

dove  $v$  è l'eccedenza di vuoti residui in opera, determinati sulle carote, rispetto al valore fisso del 9%, comprensivo dell'errore di laboratorio, aumentato a 10% se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6% o quando particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato siano state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori della detrazione, così determinata, superiori al 40%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

L'**ancoraggio** del binder allo strato sottostante viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la procedura della norma SN 670461.

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 12 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = t + 0,2 t^2$$

dove t è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 12 kN. Valori di

resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Nei casi in cui all'interfaccia sia stato inserito un elemento di rinforzo (rete, minimo di resistenza al taglio accettabile senza detrazione è ridotto a 10 kN.

geomembrana, ecc.) il valore

Per l'eccesso nella quantità di legante, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono

cumulabili

e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei

materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera,

sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

**Tabella F.1**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUI SITI DA CONTROLLARE
Binder	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Binder	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Binder	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Binder	Legante	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due per ogni cantiere	Caratteristiche compositive e volumetriche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Binder	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due posizioni per ogni cantiere	Spessore previsto in progetto, massa volumica, % vuoti residui, adesione tra gli strati, ed eventualmente le prove previste sul conglomerato sfuso.

**1.10.1.34 BINDER CON BITUME MODIFICATO**

Il binder a caldo con bitume modificato è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da

aggregati lapidei, conglomerato di recupero (fresato), bitume modificato con polimeri e additivi.

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n. 305/2

11 sui prodotti da

costruzione.

Ciascuna

fornitura deve essere

accompagnata dalla

marcatura

CE attestante la conformità

all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-1.

**1.10.1.35 Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase

solida dei conglomerati bituminosi

a caldo. E si sono composti



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere di additivazione o proveniente dalla frazione fina. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali,

artificiali o riciclati, qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna

fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità europea armonizzata UNI EN 13043.

all'appendice ZA della norma

Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009.

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

L'aggregato grosso può essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia,

risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1.

**Tabella A.1**

<b>AGGREGATO GROSSO</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤25	LA25
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	80	C80/0
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	30	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤25	FI25
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA24	%	≤1,5	WA242

La designazione dell'aggregato fine deve 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 di 4 mm (Dmax=4 mm).





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

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

**Tabella A.2**

AGGREGATO FINE					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥70	-
Quantità di frantumato			%	≥50	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤2	F2

Il filler,

frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina

degli

aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

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

**Tabella A.3**

FILLER					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Indice di plasticità	UNI CEN IS /TS 17892-12	IP		N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	v	%	30-45	V38/45
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/legante (Rapporto filler/legante = 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	≥5	$\Delta_{R\&B}8/16$

Il possesso dei requisiti elenca i nelle Tabelle A1, A2 ed A3 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base

dei valori riportati nella

documentazione di

marcatura

E predisposta dal produttore degli aggregati. La



documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

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

Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione la Direzione

Lavori può richiedere la certificazione delle relative prove da DPR n. 380/2001.

ffettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del

#### **1.10.1.36 Conglomerato di recupero**

Per conglomerato di recupero (riciclato) deve intendersi il conglomerato bituminoso già usato nelle strade, proveniente dalla frantumazione di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita a freddo con apposite macchine. Il conglomerato di recupero deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela

Nei conglomerati bituminosi per strati di binder la percentuale in peso di materiale riciclato riferita al totale della miscela degli aggregati, deve essere al massimo del 20%

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

#### **1.10.1.37 Legante**

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. Il bitume modificato è un bitume semisolido contenente polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.



Le proprietà richieste per il bitume e i relativi metodi di prova sono indicati nella

Tabella A.4

BITUME MODIFICATO PmB 45-80/55				
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	-	0,1mm	45-80
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	≥ 55
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	-	°C	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13302	-	mPa·s	100-300
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R <sub>E</sub>	%	≥ 60
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	UNI EN 13399	-	°C	≤ 3
Variazione del punto di rammollimento				
<b>Valori dopo RTFOT</b>	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	-	%	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	≤ 8

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella A4 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori

riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume modificato. La

documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

#### 1.10.1.38 Additivi

Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregato o al bitume, consentono di raggiungere le prestazioni richieste al conglomerato bituminoso. Possono essere impiegati per scopi diversi quali la riduzione della sensibilità all'acqua, il miglioramento della lavorabilità in condizioni di stesa difficili, la rigenerazione del bitume invecchiato contenuto nel fresato, il rinforzo strutturale.

Al fine di ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o fillers speciali) che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

Nella scelta del tipo di additivo deve essere verificata la sua compatibilità con i polimeri presenti nel bitume modificato.



Il dosaggio degli additivi deve essere stabilito in modo da garantire a resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela (Tabelle A.6 e A.7).

L'impiego del conglomerato di recupero (fresato), pur nei limiti previsti al precedente punto A2, può provocare

un indurimento del mastice e quindi una eccessiva rigidità del conglomerato bituminoso, causata dallo

scioglimento del bitume vecchio, che in parte più o meno rilevante viene inglobata nel nuovo mastice filler – bitume. Allo scopo di riequilibrare la viscosità del mastice devono essere impiegati additivi che possono avere natura e caratteristiche diverse. Poiché il tipo di additive e le modalità di impiego incidono sulla riattivazione del bitumen contenuto nel conglomerato di recupero, il dosaggio deve essere determinato in laboratorio valutando le caratteristiche meccaniche (Resistenza a Trazione Indiretta e Modulo di Rigidità) e le caratteristiche volumetriche della miscela. I criteri di scelta, la scheda tecnica del prodotto, l'incidenza del dosaggio sulle caratteristiche meccaniche e volumetriche del conglomerato bituminoso devono essere obbligatoriamente contenuti nello studio della miscela.

L'immissione degli additivi deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso. Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.

#### **1.10.1.39    *Miscela***

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele

impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per il binder deve avere orientativamente una composizione

granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato in Tabella A.5.

La percentuale di legante, riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.



Riqualificazione S.P. 3/e ARDEATINA dal Km. 9+516 al Km. 23+200  
Lavori complementari ai sensi dell'art. 63 comma 5 del D. Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.  
- PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO - TRATTO 2

**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**



Tabella A.		
BINDER AC 20		COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA
Serie ISO	m m	% di passante
Setaccio	32.0	100
Setaccio	20.0	90 – 100
Setaccio	10.0	56 – 68
Setaccio	4	37 – 48
Setaccio	2	23 – 33
Setaccio	0.5	11 – 17
Setaccio	0.25	6 – 12
Setaccio	0.0 63	4 - 7

Tabella A.6						
METODO MARSHALL						
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria	
Costipamento 75 colpi x faccia						
Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	S <sub>min</sub>	kN	10	S <sub>min10</sub>	
Rigidità Marshall		Q <sub>min</sub>	kN/mm	3 – 4,5	Q <sub>min3</sub>	
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697 – 8	V	%	3 – 6	V <sub>min3,0</sub> – V <sub>max6</sub>	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITS R <sub>90</sub>	
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,9 – 1,5		
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C		CTI	MPa	≥ 80		
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C						
Contenuto di legante (%)				4.3 – 5.7		

La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). o con il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697- 31), in modo da ottenere i requisiti riportati in Tabella A.6 oppure in Tabella A.7.

La massa volumica della composizione tipica, costipata a 75 colpi per faccia o a 100 rotazioni di pressa

giratoria è assunta come



ymiscela.

massa volumica di riferimento della miscela (UNI EN 12697 – 9) e indicata nel seguito con

---

<sup>2</sup> Coefficiente di trazione indiretta  $CTI = \pi/2 D R_t / D_c$

dove

D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino D<sub>c</sub> = deformazione a rottura

R<sub>t</sub> = resistenza a trazione indiretta

#### **1.10.1.40 Accettazione delle miscele**

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori

riportati nella

documentazione di marcatura CE

predispos a dal produttore del conglomerato

bituminoso. La

documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108, parti 20 e 21.

Tabella A.7					
METODO VOLUMETRICO					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Condizioni di prova					
Angolo di rotazione				1.25° ± 0.02	
Velocità di rotazione			Rotazioni/min	30	
Pressione verticale			kPa	600	
Diametro del provino			Mm	100	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	9 – 14	V10G <sub>min9</sub>
Vuoti a 100 rotazioni (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	V <sub>min3,0</sub> – V <sub>max6</sub>
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	≥ 2	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,9 – 1,5	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)		C I	MPa	≥ 80	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					

Resta

salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare i requisiti dichiarati

dal produttore con controlli di

accettazione a posteriori effettuati sulle miscele prelevate alla stesa e immediatamente costipate senza ulteriore

riscaldamento. Limitatamente alle caratteristiche volumetriche, i controlli di accettazione possono eventualmente

essere effettuati anche con successivo riscaldamento del materiale prelevato alla stesa o ottenuto da carote, purché la quantità di materiale sia sufficiente e le temperature di costipamento siano adeguate all'indurimento subito dal bitume durante le fasi di confezione e stesa.

Qualora sia necessario eseguire a posteriori anche prove meccaniche (Stabilità Marshall o Resistenza a trazione indiretta), i provini da sottoporre a tali prove saranno confezionati con gli aggregati ottenuti dalle carote miscelati con bitume nuovo simile a quello dichiarato.

Solo la comparazione tra risultati di trazione indiretta ai fini della determinazione della sensibilità all'acqua può essere condotta su provini ottenuti mediante ulteriore riscaldamento.



#### **1.10.1.41 Confezionamento delle miscele**

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

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del legante che degli additivi.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata

per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori 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 aggregati con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 160° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume modificato impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.



#### 1.10.1.42 Preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del binder è necessario pulire e preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

La mano d'attacco deve essere realizzata con emulsione di bitume modificato con polimeri, spruzzata con apposita spanditrice automatica oppure con bitume modificato con polimeri steso a caldo, nella stessa quantità di bitume residuo dell'emulsione per uni a di superficie.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il dosaggio della mano d'attacco e la quantità del materiale di ricoprimento devono essere adottati dall'Impresa in modo che sia soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il dosaggio consigliato di bitume modificato con polimeri residuo dell'emulsione, o di bitume modificato con polimeri steso a caldo, è di 0,30 kg/m<sup>2</sup> nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base), di 0,35 kg/m<sup>2</sup> nel caso di ricarica (stesa di binder su pavimentazione preesistente) di 0,40 kg/m<sup>2</sup> nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 69% di bitume residuo modificato con polimeri (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP indicate nella Tabella D1.3) rispondente alle specifiche

Il bitume modificato con polimeri steso a caldo deve avere le caratteristiche del bitume residuo indicate nella stessa Tabella D.1.

Tabella D.1

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI – C 69 BP 3					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Classe
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	30+/-1	9
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	67 – 71	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	o	%	0	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV		70 – 155	4
Residuo bituminoso (per evaporazione)					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	50-70	3
Punto di rammolimento	UNI EN1427	-	°C	> 65	2
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	-	°C	< -15	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	RE	%	≥ 75	4



Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa di bitume modificato con polimeri o del bitume modificato per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori **almeno** 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

#### **1.10.1.43 Posa in opera**

La posa in opera del binder viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spruzzato con la stessa emulsione bituminosa impiegata per la mano d'attacco, in modo da assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telo ne di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.



La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del binder deve iniziare appena steso dalla Vibro finitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa del binder deve essere 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.

#### **1.10.1.44 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due gruppi di campioni; un gruppo viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.



Sul conglomerato sfuso prelevato in cantiere vengono determinati il contenuto di legante, la granulometria

degli aggregati e il contenuto di aggregati frantumati nella frazione grossa (UNI EN 932-3). Inoltre, sui provini

compattati secondo UNI EN 12697-34 a 75 colpi per faccia sono determinate la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697-12) e la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, curando di scegliere posizioni rappresentative dell'insieme della pavimentazione, lontane da chiusini e altri elementi singolari che possano impedire il corretto esercizio dei mezzi costipanti.

Sulle carote vengono misurati gli spessori degli strati e determinati la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante la procedura SN 670461, nonché, qualora il conglomerato sciolto non sia stato prelevato o non sia associabile con certezza alle carote: il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati di natura ignea estrusiva nella frazione grossa (UNI EN 932-3) e, previo ricostipamento a temperatura adeguata del conglomerato ricavato dalle carote, anche la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Lo **spessore dello strato** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = 100 \cdot \frac{\gamma_{\text{carota}} - \gamma_{\text{progetto}}}{\gamma_{\text{progetto}}}$$

Il diagramma illustra la formula per il calcolo della mancanza di spessore  $s$ . La formula è  $s = 100 \cdot \frac{\gamma_{\text{carota}} - \gamma_{\text{progetto}}}{\gamma_{\text{progetto}}}$ . Le etichette nel diagramma indicano:  $\gamma_{\text{progetto}}$  (gamma progetto),  $\gamma_{\text{misurato}}$  (gamma misurato),  $\gamma_{\text{carota}}$  (gamma carota) e  $\gamma_{\text{miscel}}$  (gamma miscel).



$\gamma$  miscela è la massa volumica di riferimento dei provini (Marshall a 75 colpi o pressa giratoria a 100 rotazioni) confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa o ottenuto dalle carote stesse. Per le posizioni nelle quali le carote sono prelevate ai soli fini della verifica dello spessore, la massa volumica di riferimento è quella ottenuta da altri prelievi prossimi o, in mancanza, quella determinata nello studio della miscela.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**La curva granulometrica** non deve discostarsi da quella dichiarata nello studio della miscela (composizione tipica), con la tolleranza  $\pm 5\%$  sulle singole percentuali di passante ai setacci di apertura maggiore o uguale a 2 mm,

$\pm 3\%$  per i setacci 0,5 mm e 0,25 mm,  $\pm 1,5\%$  al setaccio 0,063 mm.

Scostamenti superiori alla tolleranza comportano la rappresentazione dello studio della miscela con l'assortimento granulometrico effettivamente posto in opera. In caso di mancato soddisfacimento dei requisiti indicati in tabella A.6 o tabella A.7, si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**Il contenuto di legante** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nel contenuto di legante viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di legante riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore dichiarato nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga)

**La percentuale di aggregati** frantumati nella frazione grossa viene determinata in conformità alla UNI EN 933-5. Per percentuale di aggregati frantumati inferiore a quella prevista (80% dell'aggregato grosso) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 n_f^2$$

dove  $n_f$  è la differenza tra 80 e la percentuale in massa degli aggregati frantumati, trattenuti al setaccio ISO 4.0 mm.





Per eventuali altre caratteristiche degli aggregati non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta volta per volta la necessità di accertamenti a posteriori, e di conseguenza l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La **sensibilità all'acqua** viene determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697 – 12.

Per valori della resistenza a Trazione Indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 90% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \text{ sa} + (0,1 \text{ sa})^2$$

dove sa è la differenza tra 90 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

I **vuoti residui** della miscela sotto costipamento normalizzato vengono determinati secondo la UNI EN 12697-

8 e la procedura C della UNI EN 12697-6. Per valori della percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.6, ovvero dei provini con pressa giratoria a 100 rotazioni eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.7, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2e + e^2$$

dove e è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti rispetto al valore indicato nelle tabelle

A.6 o A.7 aumentato di due punti percentuali per l'incertezza di laboratorio.

Il **grado di addensamento** G% delle carote è pari a  $\gamma_{\text{carota}}/\gamma_{\text{miscela}}$  espresso in %, con  $\gamma_{\text{miscela}}$  pari a quella misurata su provini del materiale prelevato in opera confezionati con compattazione a impatto (Marshall) con 75 colpi per faccia (C.1.3 di tab. C.1 della EN 13108–20), ovvero a quella corrispondente a 100 rotazioni di pressa giratoria (C.1.9 di tab. C.1 della EN 13108–20).

Per valori del grado di addensamento delle carote inferiore a G%limite viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 3 i + i^3$$



dove  $i$  è l'insufficienza di addensamento  $i = (G\%_{\text{carote}} - G\%_{\text{limite}} \%)$  con  $G\%_{\text{limite}}$  pari a 97 diminuito di un punto per l'incertezza di laboratorio se  $G\%_{\text{carote}}$  è ottenuta come media di almeno due determinazioni e diminuito di due punti se ottenuto da una sola determinazione e/o se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6%, o se particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato sono state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori di una delle due detrazioni (vuoti residui e grado di addensamento) superiori al 40% e/o valori della somma delle due superiore al 50%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Qualora non sia possibile valutare separatamente i vuoti residui della miscela e il grado di addensamento in opera, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2v + v^2$$

dove  $v$  è l'eccedenza di vuoti residui in opera, determinati sulle carote, rispetto al valore fisso del 9%, comprensivo dell'errore di laboratorio, aumentato a 10% se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6% o quando particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato siano state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori della detrazione, così determinata, superiori al 40%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

L'**ancoraggio** allo strato sottostante viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la procedura della norma SN 670461.

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 12 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = t + 0,2 t^2$$

dove  $t$  è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 12 kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di legante, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Binder	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Binder	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Binder	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Binder	Legante	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due per ogni cantiere	Caratteristiche compositive e volumetriche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Binder	Carote	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due posizioni per ogni cantiere	Spessore previsto in progetto, massa volumica, % vuoti residui, adesione tra gli strati, ed eventualmente le prove previste sul conglomerato sfuso.

**Tabella F.**

**1.10.1.45 TAPPETO DI USURA TRADIZIONALE A CALDO**

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei, bitume semisolido e additivi, contenente una quota di materiale proveniente da vecchie pavimentazioni (fresato) non superiore al 10% della massa totale.

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n. 305/2 11 sui prodotti da costruzione.

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



### 1.10.1.46 *Aggregati*

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. E si sono composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere di additivazione o proveniente dalla frazione fina. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali o riciclati, qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Le caratteristiche tecniche degli aggregati e i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009.

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

L'aggregato grosso può essere di provenienza diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1 e almeno il 90% sia di natura ignea estrusiva (basalto, trachite, leucitite).

**Tabella A.1**

AGGREGATO GROSSO					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤20	LA20
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C100/0
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	16	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f1
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F1
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤20	FI20
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA24	%	≤1,5	WA242
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV	-	≥44	PSV44

La designazione dell'aggregato fine deve 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 di 4 mm (Dmax=4 mm).

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

**Tabella A.2**

AGGREGATO FINE					
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	≥70	-
Quantità di frantumato			%	≥70	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤5	f5



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

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

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler per tappeto di usura deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

Tabella A.3					
FILLER					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP		N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 10 7-7	v	%	30-45	V <sub>38/45</sub>
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/legante (Rapporto filler/legante = 1,5)	UNI EN 13 79-1	$\Delta_{R\&B}$	%	$\geq 5$	$\Delta_{R\&B} 8/16$

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle A1, A2 ed A3 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

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

Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione la Direzione Lavori può richiedere la certificazione delle relative prove da DPR n. 380/2001. Effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del

Qualora si impieghi conglomerato di recupero proveniente da vecchie pavimentazioni (riciclato o fresato), esso deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8, vagliato prima dell'impiego per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al D<sub>max</sub> previsto per la miscela. La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.

#### **1.10.1.47 Legante**

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



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Il bitume deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione.

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

Le proprietà richieste per il bitume e i relativi metodi di prova sono indicati nella Tabella A.4.

**Tabella A.4**

BITUME		Tipo 50/70		Tipo 70/100
Parametro	Normativa	unità di misura	Valori richiesti	Valori richiesti
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	0,1 mm	50-70	70 - 100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46-54	43 - 51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	°C	- 8	≤ -10
Solubilità	UNI EN12592	%	99	≥ 99
Valori dopo RTFOT (163°C)	UNI EN12607-1			
Variazione di massa	UNI EN12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	50	≥ 46
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	48	≥ 45
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	11	≤ 11

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella A4 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

#### **1.10.1.48 Additivi**

Nei tappeti di usura, per ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o filler speciali) che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

Il dosaggio degli additivi deve essere stabilito in modo da garantire a resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela (Tabelle A.6 e A.7).



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

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

Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.

**1.10.1.49 Miscela**

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma europea armonizzata UNI EN 13108-1

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere orientativamente una composizione granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato in Tabella A.5, AC12 se lo spessore finito previsto è compreso tra 4 e 6 cm, AC10 se di 3 cm, oppure AC8, su autorizzazione del direttore dei lavori, qualora si preveda che in alcuni punti della piattaforma si possano localmente raggiungere spessori inferiori a 3 cm.

La percentuale di legante, riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Tabella A.5				
COMPOSIZIONE GRANULOMETRI CA		TAPPETO AC12	TAPPETO AC10	TAPPETO AC8
Serie ISO	mm	% di passante	% di passante	% di passante
Setaccio	16.0	100	100	100
Setaccio	12.0	90 – 100	100	100
Setaccio	10.0	-	90 – 100	100
Setaccio	8.0	72 – 84	75 – 90	90 – 100
Setaccio	6.3	-	-	75 – 88
Setaccio	4	44 – 55	44 – 62	53 – 66
Setaccio	2	26 – 36	26 – 40	30 – 43
Setaccio	0.5	14 – 20	14 – 22	17 – 25





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Setaccio	0.25	10 – 15	10 – 16	11 – 17
Setaccio	0.063	6 – 10	6 – 10	6 – 10
Contenuto di legante (%)		4.6 – 6.2	4.8 – 6.4	4.8 – 6.4

La quantità di bitume di effettivo impiego deve esser determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34) o con il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31), in modo da ottenere i requisiti riportati in Tabella A.6, oppure in Tabella A.7.

La massa volumica della composizione tipica, costipata a 75 colpi per faccia o a 100 rotazioni di pressa giratoria è assunta come

$\gamma_{\text{miscela}}$ .

La massa volumica di riferimento della miscela (UNI EN 12697 – 9) e indicata nel seguito con

**Tabella A.6**

<b>METODO MARSHALL</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>					
Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	$S_{\min}$	kN	10	$S_{\min 10}$
Rigidità Marshall		$Q_{\min}$	kN/mm	3 – 4,5	$Q_{\min 3}$
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	$V_{\min 3,0} - V_{\max 6}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,6 – 0,9	
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C		CTI	MPa	≥ 50	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					

**Tabella A.7**

<b>METODO VOLUMETRICO</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Condizioni di prova					
Angolo di rotazione				1,25° ± 0,02	
Velocità di rotazione			Rotazioni/min	30	
Pressione verticale			kPa	600	
Diametro del provino			Mm	100	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	9 – 14	$V_{10G_{\min 9}}$
Vuoti a 100 rotazioni (*)	UNI EN 12697 - 8	V	%	3 – 6	$V_{\min 3,0} - V_{\max 6}$
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	≥ 2	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,6 – 0,9	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)		CTI	MPa	≥ 50	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					



### **1.10.1.50 Accettazione delle miscele**

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108, parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare i requisiti dichiarati dal produttore con controlli di accettazione a posteriori effettuati sulle miscele prelevate alla stesa e immediatamente costipate senza ulteriore riscaldamento. Limitatamente alle caratteristiche volumetriche, i controlli di accettazione possono eventualmente essere effettuati anche con successivo riscaldamento del materiale prelevato alla stesa o ottenuto da carote, purché la quantità di materiale sia sufficiente e le temperature di costipamento siano adeguate all'indurimento subito dal bitume durante le fasi di confezione e stesa. Qualora sia necessario eseguire a posteriori anche prove meccaniche

(Stabilità Marshall o Resistenza a trazione indiretta), i provini da sottoporre a tali prove saranno confezionati con gli aggregati ottenuti dalle carote miscelati con bitume nuovo simile a quello dichiarato.

Solo la comparazione tra i risultati di trazione indiretta ai fini della determinazione della sensibilità all'acqua può essere condotta su provini ottenuti mediante ulteriore riscaldamento.

---

<sup>2</sup> Coefficiente di trazione indiretta  $CTI = \pi/2 DRT/Dc$

dove



D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino Dc = deformazione a rottura

Rt = resistenza a trazione indiretta

#### **1.10.1.51 Confezionamento delle miscele**

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

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve 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 degli additivi.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.



Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

#### **1.10.1.52 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario pulire e preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.

La mano d'attacco deve essere realizzata con emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 3).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in Tabella D1.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il dosaggio della mano d'attacco e la quantità del materiale di ricoprimento devono essere adottati dall'Impresa in modo che sia soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il dosaggio consigliato di bitume residuo dell'emulsione bituminosa è di 0,30 kg/m<sup>2</sup> nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra il binder), di 0,35 kg/m<sup>2</sup> nel caso di ricarica su pavimentazione (stesa di tappeto preesistente) di 0,40 kg/m<sup>2</sup> nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

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

**Tabella D.1**

EMULSIONE BITUMINOSA C 55 3					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	45+/-1	-
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	> 53	5
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 12850	BV		70 – 155	3
<i>Residuo bituminoso (p r evaporazione)</i>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	≤100	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	> 35	8



Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

#### **1.10.1.53 Posa in opera**

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spruzzato con la stessa emulsione bituminosa impiegata per la mano d'attacco, in modo da assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.



La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

sospesa quando le condizioni meteorologiche

generali possono

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12 t.

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

La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa 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.

#### **1.10.1.54 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due gruppi di campioni; un gruppo viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Sul conglomerato sfuso prelevato in cantiere vengono determinati il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati e il contenuto di aggregati di natura ignea estrusiva (rocce vulcaniche: basalto, trachite, leucitite) nella frazione grossa (UNI EN 932-3). Inoltre, sui provini compattati secondo UNI EN 12697-34 a 75 colpi per faccia sono determinate la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697 – 12) e la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, curando di scegliere posizioni rappresentative dell'insieme della pavimentazione, lontane da chiusini e altri elementi singolari che possano impedire il corretto esercizio dei mezzi costipanti.

Sulle carote vengono misurati gli spessori degli strati e determinati la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante la procedura SN 670461, nonché, qualora il conglomerato sciolto non sia stato prelevato o non sia associabile con certezza alle carote: il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati di natura ignea estrusiva nella frazione grossa (UNI EN 932-3) e, previo ricostipamento a temperatura adeguata del conglomerato ricavato dalle carote, anche la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Lo **spessore dello strato** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = 100 \cdot \frac{S_{\text{progetto}} - s_{\text{misurato}}}{S_{\text{progetto}}}$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è la massa volumica di riferimento dei provini (Marshall a 75 colpi o pressa giratoria a 100 rotazioni) confezionati con il conglomerato prelevato al momento della





stesa o ottenuto dalle carote stesse. Per le posizioni nelle quali le carote sono prelevate ai soli fini della verifica dello spessore, la massa volumica di riferimento è quella ottenuta da altri prelievi prossimi o, in mancanza, quella determinata nello studio della miscela.

Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**La curva granulometrica** non deve discostarsi da quella dichiarata nello studio della miscela (composizione tipica), con la tolleranza  $\pm 5\%$  sulle singole percentuali di passante ai setacci di apertura maggiore o uguale a 2 mm,

$\pm 3\%$  per i setacci 0,5 mm e 0,25 mm,  $\pm 1,5\%$  al setaccio 0,063 mm.

Scostamenti superiori alla tolleranza comportano la ripresentazione dello studio della miscela con l'assortimento granulometrico effettivamente posto in opera. In caso di mancato soddisfacimento dei requisiti indicati in tabella A.6 o tabella A.7, si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**Il contenuto di legante** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nel contenuto di legante viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di legante riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore dichiarato nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga)

**Il contenuto di aggregati** di natura ignea estrusiva (rocce vulcaniche: basalto, trachite, leucitite) nella frazione grossa viene determinato in conformità alla UNI EN 932-3. Per la presenza di una quantità di aggregati di natura ignea estrusiva inferiore a quella prevista (90% in massa) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 n c^2$$

dove  $nc$  è la differenza tra 90 e la percentuale in massa dell'aggregato grosso di natura ignea estrusiva, trattenuto al setaccio ISO 4.0 mm.

**La percentuale di aggregati** frantumati nella frazione grossa viene determinata in conformità alla UNI EN 933-5. Per percentuale di aggregati frantumati inferiore a



quella prevista (100% dell'aggregato grosso) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \text{ nf}^2$$

dove nf è la differenza tra 100 e la percentuale in massa degli aggregati frantumati, trattenuti al setaccio ISO

4.0 mm.

Per eventuali altre caratteristiche degli aggregati non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta volta per volta la necessità di accertamenti a posteriori, e di conseguenza l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La **sensibilità all'acqua** viene determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697 – 12.

Per valori della resistenza a Trazione Indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 90% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 \text{ sa} + (0,1 \text{ sa})^2$$

dove sa è la differenza tra 90 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

I **vuoti residui** della miscela sotto costipamento normalizzato vengono determinati secondo la UNI EN 12697-

8 e la procedura C della UNI EN 12697-6. Per valori della percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.6, ovvero dei provini con pressa giratoria a 100 rotazioni eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.7, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2e + e^2$$

dove e è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti rispetto al valore indicato nelle tabelle

A.6 o A.7 aumentato di due punti percentuali per l'incertezza di laboratorio.

Il **grado di addensamento** G% delle carote è pari a  $\gamma_{\text{carota}}/\gamma_{\text{miscela}}$  espresso in %, con  $\gamma_{\text{miscela}}$  pari a quella misurata su provini del materiale prelevato in opera



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

confezionati con compattazione a impatto (Marshall) con 75 colpi per faccia (C.1.3 di tab. C.1 della EN 13108–20), ovvero a quella corrispondente a 100 rotazioni di pressa giratoria (C.1.9 di tab. C.1 della EN 13108–20).

Per valori del grado di addensamento delle carote inferiore a G%limite viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 3 i + i^3$$

dove i è l'insufficienza di addensamento  $i = (G\% \text{carote} - G\% \text{limite} \%)$  con G%limite pari a 97 diminuito di un punto per l'incertezza di laboratorio se G%carote è ottenuta come media di almeno due determinazioni e diminuito di due punti se ottenuto da una sola determinazione e/o se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6%, o se particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato sono state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori di una delle due detrazioni (vuoti residui e grado di addensamento) superiori al 40% e/o valori della somma delle due superiore al 50%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Qualora non sia possibile valutare separatamente i vuoti residui della miscela e il grado di addensamento in opera, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 v + v^2$$

dove v è l'eccedenza di vuoti residui in opera, determinati sulle carote, rispetto al valore fisso del 9%, comprensivo dell'errore di laboratorio, aumentato a 10% se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6% o quando particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato siano state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori della detrazione, così determinata, superiori al 40%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

L'ancoraggio del tappeto di usura allo strato sottostante viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la procedura della norma SN 670461.

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 15 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

% di detrazione =  $t + 0,2 t^2$

dove  $t$  è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 15 kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per l'eccesso nella quantità di legante, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

**Tabella F.1**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab ella A.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab ella A.2
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab ella A.3
Usura	Legante	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tab ella A.4
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due per ogni cantiere	Caratteristiche compositive e volumetriche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Usura	Carote	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due posizioni per ogni cantiere	Spessore previsto in progetto, massa volumica, % vuoti residui, adesione tra gli strati, ed eventualmente le prove previste sul conglomerato sfuso.

**1.10.1.55 TAPPETO DI USURA A CALDO CON BITUME MODIFICATO**

Il tappeto di usura a caldo con bitume modificato è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei, bitume modificato con polimeri e additivi, contenente una quota di materiale proveniente da vecchie pavimentazioni (fresato) non superiore al 10% della massa totale.

Le miscele impiegate devono essere qualificate in conformità al Regolamento UE n. 305/211 sui prodotti da costruzione.



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

#### **1.10.1.56 Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. E si sono composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler, che può essere di additivazione o proveniente dalla frazione fina. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali o riciclati, qualificati in conformità al Regolamento UE n. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

Le caratteristiche tecniche degli aggregati ed i metodi di attestazione devono essere conformi al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 16 novembre 2009.

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

L'aggregato grosso può essere di provenienza diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1 e almeno il 90% sia di natura ignea estrusiva (basalto, trachite, leucite).

<b>Tabella A.1</b>					
<b>AGGREGATO GROSSO</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA	%	≤20	LA <sub>20</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	C	%	100	C <sub>100/0</sub>
Dimensione Max	UNI EN 933-1	D	mm	16	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	≤1	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	%	≤20	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA <sub>24</sub>	%	≤1,5	WA <sub>24</sub> 2
Resistenza alla levigazione	UNI EN 1097-8	PSV	-	≥44	PSV <sub>44</sub>

La designazione dell'aggregato fine deve 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 di 4 mm (Dmax=4 mm).

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

<b>Tabella A.2</b>
<b>AGGREGATO FINE</b>



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	ES	%	$\geq 70$	-
Quantità di frantumato			%	$\geq 70$	-
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	f	%	$\leq 5$	f <sub>5</sub>

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

La granulometria del filler deve essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.

Il filler per tappeto di usura deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella A.3.

<b>Tabella A.3</b>					
<b>FILLER</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	IP		N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-7	v	%	30-45	V <sub>38/45</sub>
Aumento del punto di rammollimento della miscela filler/legante (Rapporto filler/legante = 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	$\geq 5$	$\Delta_{R\&B}/16$

Il possesso dei requisiti elencati nelle Tabelle A1, A2 ed A3 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore degli aggregati. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore. Per i requisiti di accettazione eventualmente non riportati nella Dichiarazione di Prestazione la Direzione Lavori può richiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Qualora si impieghi conglomerato di recupero proveniente da vecchie pavimentazioni (riciclato o fresato), esso deve essere preventivamente qualificato in conformità alla norma UNI EN 13108-8, vagliato prima dell'impiego per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al D<sub>max</sub> previsto per la miscela. La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare, che può essere di qualsiasi provenienza, va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori.



### **1.10.1.57 Legante**

Il legante deve essere costituito da bitume modificato. Il bitume modificato è un bitume semisolido contenente polimeri elastomerici e plastomerici che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche.

Il bitume modificato con polimeri deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice della Norma Europea Armonizzata UNI EN 14023.

Le proprietà richieste per il bitume e i relativi metodi di prova sono indicati nella Tabella A.

<b>Tabella A.4</b>				
<b>BITUME MODIFICATO PmB 45-80/55</b>				
Requisito	Norma	Simbolo	Unità di misura	Valori richiesti Classe
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	-	0,1mm	45-80
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	≥ 55
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN12593	-	°C	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma=10s^{-1}$	UNI EN 13302	-	mPa·s	100-300
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R <sub>E</sub>	%	≥ 60
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C Variazione del punto di rammollimento	UNI EN 13399	-	°C	≤ 3
Valori dopo RTFOT	UNI EN12607-1			
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	-	%	≥ 60
Incremento del punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	≤ 8

Il possesso dei requisiti elencati nella Tabella A4 viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del bitume modificato. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

### **1.10.1.58 Additivi**

Nei tappeti di usura, per ridurre la sensibilità all'acqua, devono essere impiegati additivi (attivanti di adesione e/o filler speciali) che favoriscono l'adesione bitume – aggregato. Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

Nella scelta del tipo di additivo deve essere verificata la sua compatibilità con i polimeri presenti nel bitume modificato.

Il dosaggio degli additivi deve essere stabilito in modo da garantire a resistenza all'azione dell'acqua richiesta per la miscela (Tabelle A.6 e A.7).





**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

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

Il Produttore deve fornire evidenza dell'idoneità all'impiego, per gli usi specifici, degli additivi utilizzati.

**1.10.1.59 Miscele**

Il conglomerato bituminoso prodotto a caldo deve essere qualificato in conformità al Regolamento (UE) N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della Norma Europea Armonizzata UNI EN 13108-1

Il produttore deve determinare e dichiarare la composizione tipica (target composition) delle miscele impiegate. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere orientativamente una composizione granulometrica, determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697-2, contenuta nel fuso riportato in Tabella A.5, AC12 se lo spessore finito previsto è compreso tra 4 e 6 cm, AC10 se di 3 cm, oppure AC8, su autorizzazione del direttore dei lavori, qualora si preveda che in alcuni punti della piattaforma si possano localmente raggiungere spessori inferiori a 3 cm.

La percentuale di legante, riferita alla massa degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella A.5.

Tabella .5				
COMPOSIZIONE GRANULOMETRI CA		TAPPETO AC12	TAPPETO AC10	TAPPETO AC8
Serie ISO	mm	% di passante	% di passante	% di passante
Setaccio	16.0	100	100	100
Setaccio	12.0	90 – 100	100	100
Setaccio	10.0	-	90 – 100	100
Setaccio	8.0	72 – 84	75 – 90	90 – 100
Setaccio	6.3	-	-	75 – 88
Setaccio	4	44 – 55	44 – 62	53 – 66
Setaccio	2	26 – 36	26 – 40	30 – 43
Setaccio	0.5	14 – 20	14 – 22	17 – 25
Setaccio	0.25	10 – 15	10 – 16	11 – 17
Setaccio	0.063	6 – 10	6 – 10	6 – 10



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Contenuto di legante (%)	4.6 – 6.2	4.8 – 6.4	4.8 – 6.4
--------------------------	-----------	-----------	-----------

La quantità di legante di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34) o con il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31), in modo da ottenere i requisiti riportati in Tabella A.6 oppure in Tabella A.7.

La massa volumica della composizione tipica, costipata a 75 colpi per faccia o a 100 rotazioni di pressa giratoria è assunta come massa volumica di riferimento della miscela (UNI EN 12697 – 9) e indicata nel seguito con  $m_{vol}$

**Tabella A.7**

**Tabella A.6**

METODO MARSHALL					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>					
Stabilità Marshall	UNI EN 12697 - 34	$S_{min}$	kN	10	$S_{min10}$
Rigidezza Marshall		$Q_{min}$	kN/mm	3 – 4,5	$Q_{min3}$
Vuoti residui (*)	UNI EN 12697 – 8	V	%	3 – 6	$V_{min3,0} - V_{max6}$
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,8 – 1,4	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C		CTI	MPa	≥ 80	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C					

METODO VOLUMETRICO					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Categoria
<i>Condizioni di prova</i>					
Angolo di rotazione				1.25° ± 0.02	
Velocità di rotazione			Rotazioni/min	30	
Pressione verticale			kPa	600	
Diametro del provino			Mm	100	
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697 - 8	V	%	9 – 14	V10G <sub>min9</sub>
Vuoti a 100 rotazioni (*)	UNI EN 12697 – 8	V	%	3 – 6	$V_{min3,0} - V_{max6}$
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697 – 8	V	%	≥ 2	
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697 - 12	ITSR	%	> 90	ITSR <sub>90</sub>
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	UNI EN 12697 - 23	ITS	MPa	0,8 – 1,4	
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)		CTI	MPa	≥ 80	
(*) UNI EN 12697 – 6 Procedura C.					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					



#### **1.10.1.60 Accettazione delle miscele**

Il possesso dei requisiti previsti per la miscela viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione di marcatura CE predisposta dal produttore del conglomerato bituminoso. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Su richiesta della Direzione Lavori devono inoltre essere fornite le registrazioni delle prove effettuate per il controllo di produzione di fabbrica degli ultimi 3 mesi. Le frequenze di prova per il controllo di produzione di fabbrica devono essere quelle relative al livello di controllo Z.

Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13108-1 la qualifica prevede sia le prove iniziali di tipo ITT che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato nelle UNI EN 13108, parti 20 e 21.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare i requisiti dichiarati dal produttore con controlli di accettazione a posteriori effettuati sulle miscele prelevate alla stesa e immediatamente costipate senza ulteriore riscaldamento. Limitatamente alle caratteristiche volumetriche, i controlli di accettazione possono eventualmente essere effettuati anche con successivo riscaldamento del materiale prelevato alla stesa o ottenuto da carote, purché la quantità di materiale sia sufficiente e le temperature di costipamento siano adeguate all'indurimento subito dal bitume durante le fasi di confezione e stesa.

Qualora sia necessario eseguire a posteriori anche prove meccaniche (Stabilità Marshall o Resistenza a trazione indiretta), i provini da sottoporre a tali prove saranno confezionati con gli aggregati ottenuti dalle carote miscelati con bitume nuovo simile a quello dichiarato.

Solo la comparazione tra risultati di trazione indiretta ai fini della determinazione della sensibilità all'acqua può essere condotta su provini ottenuti mediante ulteriore riscaldamento.



#### **1.10.1.61 Confezionamento delle miscele**

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

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del legante che degli additivi.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in massa.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 160° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume modificato impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

#### **1.10.1.62 Preparazione delle superfici di stesa**

Prima della realizzazione del tappeto d'usura è necessario pulire e preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire il perfetto ancoraggio allo strato sottostante.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

La mano d'attacco deve essere realizzata con emulsione di bitume modificato con polimeri, spruzzata con apposita spanditrice automatica oppure con bitume modificato con polimeri steso a caldo, nella stessa quantità di bitume residuo dell'emulsione per unità di superficie.

La mano d'attacco, per consentire il transito dei mezzi di stesa, deve essere coperta con graniglia oppure con sabbia o filler.

Il dosaggio della mano d'attacco e la quantità del materiale di ricoprimento devono essere adottati dall'Impresa in modo che sia soddisfatto il requisito di adesione tra gli strati determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la SN 670461.

Il dosaggio consigliato di bitume modificato con polimeri residuo dell'emulsione, o di bitume modificato con polimeri steso a caldo, è di 0,30 kg/m<sup>2</sup> nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra il binder), di 0,35 kg/m<sup>2</sup> nel caso di ricarica (stesa di tappeto su pavimentazione preesistente) di 0,40 kg/m<sup>2</sup> nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationica a rottura rapida con il 69% di bitume residuo modificato con polimeri (designazione secondo UNI EN 13808: C 69 BP indicate nella Tabella D1. 3) rispondente alle specifiche

Il bitume modificato con polimeri steso a caldo deve avere le caratteristiche del bitume residuo indicate nella stessa Tabella D.1.

**Tabella D.1**

<b>EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO CON POLIMERI – C 69 BP 3</b>					
Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Classe
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	30+/-1	9
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431	r	%	67 – 71	8
Contenuto flussante	UNI EN 1431	o	%	0	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤10	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	BV		70 – 155	4
<i>Residuo bituminoso per evaporazione)</i>					
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	-	0,1mm	50-70	3
Punto di rammollimento	UNI EN1427	-	°C	> 65	2
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593	-	°C	< -15	-
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	R <sub>E</sub>	%	≥ 75	4

Il possesso dei requisiti dell'emulsione bituminosa di bitume modificato con polimeri o del bitume modificato per la mano d'attacco viene verificato dalla Direzione Lavori sulla base dei valori riportati nella documentazione dimarcatura CE predisposta dal produttore. La documentazione, comprendente l'etichetta di marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione (DoP), deve essere consegnata alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.



Per i requisiti non riportati nella Dichiarazione di prestazione la Direzione Lavori può chiedere la certificazione delle relative prove da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il piano di posa, prima di procedere alla stesa della mano d'attacco, deve risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale.

#### **1.10.1.63 Posa in opera**

La posa in opera del tappeto di usura viene effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spruzzato con la stessa emulsione bituminosa impiegata per la mano d'attacco, in modo da assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve 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.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e comunque sempre dotati di telo superficiali eccessivi e formazione di crostoni. e di copertura per evitare i raffreddamenti

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 150° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente



compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto di usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12 t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme

addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm. La miscela bituminosa 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.

#### **1.10.1.64 Controlli**

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella F.1.

Ogni prelievo deve essere costituito da due gruppi di campioni; un gruppo viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive. Le prove saranno eseguite da Laboratorio indicato dal Committente. Sul conglomerato sfuso prelevato in cantiere vengono determinati il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati e il contenuto di aggregati di natura ignea estrusiva (rocce vulcaniche: basalto, trachite, leucitite) nella frazione grossa (UNI EN 932-3). Inoltre, sui provini compattati secondo UNI EN 12697-34 a 75 colpi per faccia sono determinate la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la sensibilità all'acqua (UNI EN 12697 – 12) e la massa volumica di riferimento  $\gamma_{\text{miscela}}$  (UNI EN 12697-9).

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleva delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori, curando di scegliere posizioni rappresentative dell'insieme della pavimentazione, lontane da chiusini e altri elementi singolari che possano impedire il corretto esercizio dei mezzi costipanti.





Sulle carote vengono misurati gli spessori degli strati e determinati la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui e l'adesione tra gli strati mediante la procedura SN 670461, nonché, qualora il conglomerato sciolto non sia stato prelevato o non sia associabile con certezza alle carote: il contenuto di legante, la granulometria degli aggregati, il contenuto di aggregati di natura ignea estrusiva nella frazione grossa (UNI EN 932-3) e anche la massa volumica di, previo ricostipamento a temperatura adeguata del conglomerato riferimento ricavato dalle carote, (UNI EN 12697-9).

Lo **spessore dello strato** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-36. Lo spessore di una carota è individuato dalla media di quattro misure rilevate in corrispondenza di due diametri ortogonali tra di loro, tracciati in modo casuale. Lo spessore di un tratto omogeneo di stesa, viene determinato facendo la media degli spessori delle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessori in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,2 s^2$$

dove  $s$  è la mancanza di spessore, in percentuale rispetto al valore di progetto valutata con

$$s = 100 \cdot \frac{\gamma_{\text{carota}} - \gamma_{\text{miscel}}}{\gamma_{\text{progetto}}}$$

$\gamma_{\text{miscela}}$  è la massa volumica di riferimento dei provini (Marshall a 75 colpi o pressa giratoria a 100 rotazioni) confezionati con il conglomerato prelevato al momento della stesa o ottenuto dalle carote stesse. Per le posizioni nelle quali le carote sono prelevate ai soli fini della verifica dello spessore, la massa volumica di riferimento è quella ottenuta da altri prelievi prossimi o, in mancanza, quella determinata nello studio della miscela.



Nei casi in cui risulti  $s > 15$  si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**La curva granulometrica** non deve discostarsi da quella dichiarata nello studio della miscela (composizione tipica), con la tolleranza  $\pm 5\%$  sulle singole percentuali di passante ai setacci di apertura maggiore o uguale a 2 mm,

$\pm 3\%$  per i setacci 0,5 mm e 0,25 mm,  $\pm 1,5\%$  al setaccio 0,063 mm.

Scostamenti superiori alla tolleranza comportano la rappresentazione dello studio della miscela con l'assortimento granulometrico effettivamente posto in opera. In caso di mancato soddisfacimento dei requisiti indicati

in tabella A.6 o tabella A.7, si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

**Il contenuto di legante** viene determinato in conformità alla UNI EN 12697-1. Per carenze nel contenuto di legante viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 25 b^2$$

dove  $b$  è il valore dello scostamento della percentuale di legante riscontrata (arrotondata allo 0,1%) dal valore dichiarato nello studio della miscela, oltre la tolleranza dello 0,3%; in assenza dello studio della miscela si farà riferimento al valore medio dell'intervallo indicato nella tabella A.5 (ultima riga)

**Il contenuto di aggregati** di natura ignea estrusiva (rocce vulcaniche: basalto, trachite, leucitite) nella frazione grossa viene determinato in conformità alla UNI EN 932-3. Per la presenza di una quantità di aggregati di natura ignea estrusiva inferiore a quella prevista (90% in massa) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 n_c^2$$

dove  $n_c$  è la differenza tra 90 e la percentuale in massa dell'aggregato grosso di natura ignea estrusiva, trattenuto al setaccio ISO 4.0 mm.

**La percentuale di aggregati** frantumati nella frazione grossa viene determinata in conformità alla UNI EN 933-5. Per percentuale di aggregati frantumati inferiore a quella prevista (100% dell'aggregato grosso) viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 n_f^2$$



dove  $n_f$  è la differenza tra 100 e la percentuale in massa degli aggregati frantumati, trattenuti al setaccio ISO

4.0 mm. Per eventuali altre caratteristiche degli aggregati non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta volta per volta la necessità di accertamenti a posteriori, e di conseguenza l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

La **sensibilità all'acqua** viene determinata in conformità alla Norma UNI EN 12697 – 12.

Per valori della resistenza a Trazione Indiretta, dopo il trattamento in acqua, inferiori al 90% del valore ottenuto su provini asciutti, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 sa + (0,1 sa)^2$$

dove  $sa$  è la differenza tra 90 e il rapporto percentuale tra la resistenza a Trazione Indiretta dei provini sottoposti al trattamento in acqua e quella ottenuta su provini asciutti.

I **vuoti residui** della miscela sotto costipamento normalizzato vengono determinati secondo la UNI EN 12697-

8 e la procedura C della UNI EN 12697-6. Per valori della percentuale dei vuoti residui dei provini Marshall eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.6, ovvero dei provini con pressa giratoria a 100 rotazioni eccedenti il valore massimo previsto nella tabella A.7, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2e + e^2$$

dove  $e$  è la media degli scostamenti (eccedenze) dei valori ottenuti rispetto al valore indicato nelle tabelle

A.6 o A.7 aumentato di due punti percentuali per l'incertezza di laboratorio.

Il **grado di addensamento**  $G\%$  delle carote è pari a  $\gamma_{carota}/\gamma_{miscela}$  espresso in %, con  $\gamma_{miscela}$  pari a quella misurata su provini del materiale prelevato in opera confezionati con compattazione a impatto (Marshall) con 75 colpi per faccia (C.1.3 di tab. C.1 della EN 13108–20), ovvero a quella corrispondente a 100 rotazioni di pressa giratoria (C.1.9 di tab. C.1 della EN 13108–20).

Per valori del grado di addensamento delle carote inferiore a  $G\%$  limite viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:



% di detrazione =  $3 i + i^3$

dove  $i$  è l'insufficienza di addensamento  $i = (G\%_{\text{carote}} - G\%_{\text{limite}} \%)$  con  $G\%_{\text{limite}}$  pari a 97 diminuito di un punto per l'incertezza di laboratorio se  $G\%_{\text{carote}}$  è ottenuta come media di almeno due determinazioni e diminuito di due punti se ottenuto da una sola determinazione e/o se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6%, o se particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato sono state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori di una delle due detrazioni (vuoti residui e grado di addensamento) superiori al 40% e/o valori della somma delle due superiore al 50%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Qualora non sia possibile valutare separatamente i vuoti residui della miscela e il grado di addensamento in opera, viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione =  $2 v + v^2$

dove  $v$  è l'eccedenza di vuoti

residui in opera, determinati sulle carote, rispetto al valore fisso del 9%, comprensivo dell'errore di laboratorio, aumentato a 10% se il tratto stradale ha pendenza superiore al 6% o quando particolari condizioni di irregolarità del piano di posa dello strato siano state accertate dalla Direzione Lavori e registrate durante l'esecuzione.

Per valori della detrazione, così determinata, superiori al 40%, la Direzione lavori valuta l'opportunità di far rimuovere e ricostruire lo strato a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

L'ancoraggio del tappeto di usura allo strato sottostante viene determinato sulle carote estratte dalla pavimentazione mediante la prova di taglio diretto eseguita secondo la procedura della norma SN 670461.

Per valori di resistenza al taglio inferiori a 15 kN viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

% di detrazione =  $t + 0,2 t^2$

dove  $t$  è la media degli scostamenti dei valori ottenuti dalle carote rispetto al valore limite di 15 kN. Valori di resistenza al taglio inferiori a 5 kN comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Per l'eccesso nella quantità di legante, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

**Tabella F.1**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
<b>STRATO</b>	<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI DA CONTROLLARE</b>
Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Usura	Legante	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due per ogni cantiere	Caratteristiche compositive e volumetriche risultanti dallo studio della miscela, sensibilità all'acqua
Usura	Carote	Pavimentazione	Ogni 2000 m <sup>2</sup> di stesa o frazione, con un minimo di due posizioni per ogni cantiere	Spessore previsto in progetto, massa volumica, % vuoti residui, adesione tra gli strati, ed eventualmente le prove previste sul conglomerato sfuso.

### **1.11 ASFALTI COLATI PER MARCIAPIEDI**

La miscela bituminosa di asfalto colato deve essere idonea all'utilizzo in conformità al Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/2011) e provvisto di marcatura CE in conformità all'Allegato ZA della norma UNI EN 13108-6 secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione di livello 2+.

Gli asfalti colati sono conglomerati asfaltatici da usare caldo per semplice "colata". per la pavimentazione dei marciapiedi, con posa al passato gli asfalti colati vengono ottenuti aggiungendo ad appositi mastici bituminosi (a loro volta preparati "in pani" con polveri di rocce asfaltiche), aggregato grosso e sabbia, oltre ad un quantitativo di legante aggiuntivo, rispetto a quello contenuto nei mastici; il tutto in modo che l'impasto avesse, a caldo, fluidità sufficiente a permetterne la posa senza alcuna azione accessoria di costipamento.

I mastici bituminosi attuali, per difficoltà di reperimento di polveri di rocce asfaltiche, sono prodotti con aggregati calcarei, legati con bitume di origine naturale o proveniente da distillazione del petrolio, eventualmente modificato con polimeri.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

LaCommittenza ha facoltà di chiedere ghiaino tondo in luogo della graniglia di frantumazione.

È ammessa la riutilizzazione del materiale di recupero, con una nuova fusione in caldaia, previo integrazione pari al 3 % della massa totale di nuovo bitume, con penetrazione compresa tra 60 e 120, a seconda delle caratteristiche e dello stato del materiale di recupero.

Sono vietate, comunque, miscele composte di solo materiale di recupero.

**1.11.1 Requisiti dei materiali inerti costituenti l'asfalto colato**

Gli aggregati utilizzati dovranno essere idonei all'utilizzo in conformità al Regolamento prodotti da costruzione

(CPR 305/2011) e provvisti di marcatura CE in conformità all'Allegato ZA della norma UNI EN 13043 secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione di livello 2+.

Gli aggregati dovranno possedere tutte le caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica previste per lo stato di usura.

Tabella: asfalto colato con mastici formati con polveri di rocce asfaltiche e/o asfalti naturali

<i>materiale</i>		<i>% in massa</i>
Mastice d'asfalto con 14-18 % di bitume		45 – 60
Graniglia o ghiaino (nei due assortimenti 3-5 e 5-10)		30 – 50
Sabbia ( 0 - 4 )		0 – 15
Bitume aggiunto (naturale o da distillazione) con penetrazione compresa tra 0 e 50. La tipologia del bitume da aggiungere deve essere di volta in volta stabilita in base a quella del bitume contenuto nelle polveri.		2 – 6
<b>aggregati</b>		
Requisito	valore	Riferimento
Resistenza alla frammentazione (LA)	≤ 18	UNI EN 1097-2
Resistenza alla levigazione (PSV)	>0,43	UNI EN 1097-8
Resistenza al gelo e disgelo (F)	≤ 1	UNI EN 1367-1
Affinità ai leganti bituminosi con eventuale impiego di "dope" d'adesione	5 %	UNI EN 12697-11 (B)
Indice di forma (SI)	< 10	UNI EN 933-4

Tabella: asfalto colato con impiego diretto di polveri di rocce asfaltiche

<i>materiale</i>	<i>% in massa</i>
polveri di rocce asfaltiche	45 – 60
Graniglia o ghiaino (nei due assortimenti 3-5 e 5-10)	30 – 50
Sabbia ( 0 - 4 )	0 – 15



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

Bitume aggiunto (naturale o da distillazione) con penetrazione compresa tra 30 e 50. La tipologia del bitume da aggiungere deve essere di volta in volta stabilita in base a quella del bitume contenuto nelle polveri.		8 – 16 (a titolo di esempio)
aggregati		
Caratteristica	valore	Riferimento
Resistenza alla frammentazione (LA)	$\leq 18 \%$	UNI EN 1097-2
Resistenza alla levigazione (PSV)	$>0,43$	UNI EN 1097-8
Resistenza al gelo e disgelo (F)	$\leq 1$	UNI EN 1367-1
Affinità ai leganti bituminosi con eventuale impiego di "dope" d'adesione	0 %	UNI EN 12697-11 (B)
indice di forma (SI)	$\leq 10$	UNI EN 933-4

Tabella: asfalto colato sintetico

materiale	% in massa
Aggregato fine calcareo (<2,5 mm)	45 ÷ 65
Graniglia o ghiaio (nei due assortimenti 3-5 e 5-10)	25 ÷ 45

Legante per asfalti colati sintetici (v. tab.9)			9 ÷ 12	
aggregati				
Caratteristica		valore		Riferimento
Resistenza alla frammentazione (LA)		≤ 18 %		UNI EN 1097-2
Resistenza alla levigazione (PSV)		>0,43		UNI EN 1097-8
Resistenza al gelo e disgelo (F)		1		UNI EN 1367-1
Affinità ai leganti bituminosi con eventuale impiego di "dope" d'adesione		0 %		UNI EN 12697-11 (B)
indice di forma (SI)		≤ 10		UNI EN 933-4
granulometria				
Setaccio mm	Passante tot. in massa %		Setaccio mm	Passante tot. in massa %
10	00		0,5	
8	90 - 100		0,125	
4	70 - 90		0,063	
2	55 - 75			
bitume				
Il bitume deve avere penetrazione 20 – 40. Possono essere impiegate miscele di bitume distillato e di asfalto naturale o leganti modificati con polimeri, purché questi ultimi non si degradino alle alte temperature necessarie per la preparazione e la stesa dell'asfalto colato.				
Caratteristica	Un.di misura	min - max	Valore	Metodo
Penetrazione a 25°C	mm/10		20 -40	UNI EN 426
Rammollimento (P&A)	°C	min	60	UNI EN 427
Fraass	°C	max	-5	UNI EN 12593
Resistenza all'invecchiamento:				UNI EN 12607-1
Penetrazione residua	%	min	60	(RTFOT)
Incremento P&A	°C	max	9	





#### ***1.11.1.1 Posa in opera degli asfalti colati***

L'esecuzione a regola d'arte richiede fondazioni rigide, in calcestruzzo di cemento spessore di 10 cm, con bassi dosaggi di cemento, non minori di 150 kg/m<sup>3</sup> di impasto.

La fondazione può essere realizzata anche con malta idraulica (pozzolana stabilizzata con calce). Gli spessori dei rivestimenti in asfalto colato sono di almeno 3 cm.

È vietata la stesa di colato su fondazioni bagnate. Il colato, all'atto dell'applicazione, deve avere una temperatura non inferiore ai 180 °C. Quando lo spessore ordinato è superiore a 3 cm il manto deve essere formato con due distinti strati sovrapposti, aventi direzioni di stesa incrociate, in modo da sfalsare tra di loro i giunti delle riprese e da ridurre la probabilità di fessurazioni.

Se il fronte di stesa supera la larghezza di 2,0 ÷ 2,5 m, la pavimentazione viene divisa in strisce, mediante regoli metallici successivamente rimossi.

Per rendere la superficie più scabra, appena ultimata la stesa, si deve spargere sul manto ancora caldo uno strato sottile di graniglia o di pietrischetto. Tutti i margini che delimitano la pavimentazione, per favorire i collegamenti, bitume a caldo prima di addossarvi il colato. devono essere spalmati con

Per evitare i distacchi dai margini (causati dai forti ritiri del colato) si realizza apposito giunto, tra il manto e i bordi stessi; il giunto si otterrà tramite sagoma provvisoria (da porre prima della stesa), riempiendo successivamente con asfalto colato il vano risultante dalla rimozione della sagoma stessa.

#### ***1.11.1.2 Prove***

Le prove riguarderanno: l'analisi granulometrica, la qualità e percentuale dei bitumi, la penetrazione sull'asfalto colato, la resistenza a trazione indiretta

#### ***1.11.1.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO FREDDO PER MANUTENZIONI STRADALI A ELEVATE PRESTAZIONI***

##### ***1.11.1.4 Descrizione***

Il conglomerato bituminoso freddo "plastico" per riempimento e sistemazione di buche superficiali di qualsiasi

dimensione presenti sul piano viabile può essere costituito sia da materiale di primo utilizzo sia da materiale riciclato proveniente dalla demolizione di pavimentazioni bituminose (fresato) per opere di manutenzione.

La miscela (aggregati, fresato, bitume e additivi) è ideale per la manutenzione stradale di piccole, medie e grandi dimensioni fino a qualche decina di metri quadrati (dal riempimento di buche a appezzamenti anche di 50 m<sup>2</sup>). Il materiale plastico potrà essere realizzato mescolando diretta miscelazione. Inoltre, potrà essere sia



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

sfuso sia in sacchi e/o ente "in-situ" le materie prime o in un impianto fisso di ecchielli pronti all'uso.

Nel caso di utilizzo di fresato, l'additivo-legante dovrà essere costituito da diversi componenti chimici, ognuno dei quali ha una funzione ben precisa nei confronti del bitume presente nel fresato: antiossidante, plastificante, rigenerante, bagnante, diluente e disperdente.

Tutti gli studi delle miscele riguardanti i lavori riportati nelle Norme Tecniche d'Appalto eseguiti dalle imprese esecutrici, dovranno essere presentati alla Direzione lavori con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni ed approvati dalla stessa D.L.. La loro presa visione non solleverà comunque l'Impresa dalla ottenimento dei risultati prestazionali finali prescritti.

#### **1.11.1.5 Legante**

Il bitume totale presente nella miscela sarà formato eventualmente da quello contenuto nel fresato e quello di apporto. Il bitume di apporto per uso stradale dovrà essere provvisto di marcatura CE attestante la conformità all'Appendice ZA della Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali" con riferimento alle informazioni complementari per i bitumi semisolidi 50-70 o 70-100, riportate nell'appendice NA.

Bitume Normale			Limiti (UNI N 12591)	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Classe 50/70	Classe 70/100
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	0,1 m	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 - 54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa·s	0,03-0,10	0,02-0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1			
Penetrazione residua	UNI EN 1426	%	50	46
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11
Variazione della massa	UNI EN 12607 - 1	%	≤ 0,5	≤ 0,8

#### **1.11.1.6 Aggregati**

Gli inerti lapidei impiegati nel conglomerato bituminoso dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento

305/2011 sui prodotti da costruzione e dovranno essere marcati CE, rispondendo a quanto previsto dall'appendice ZA della norma UNI EN 13043. In ogni caso i materiali dovranno essere conformi ai sistemi di attestazione previsti dalla normativa vigente. La miscela di inerti dovrà essere costituita da aggregati fini e filler, anche eventualmente d'apporto. Potrà inoltre essere utilizzato materiale riciclato da



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

fresato. L'eventuale fresato (anche il 100%) e gli aggregati dovranno avere un'appropriata granulometria (0/10 mm oppure 0/20 mm), secondo gli utilizzi.

**1.11.1.7 Aggregato grosso**

L'aggregato grosso (frazione di dimensioni maggiori/uguali ai 2 mm) dovrà essere totalmente frantumato e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Grosso			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 20$ ( $LA_{20}$ )
Superfici frantumate	UNI EN 13043	---	$C_{100/0}$
Resistenza alla levigatezza	UNI EN 1097-8	---	$\geq 44$ ( $PSV_{44}$ )
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$ ( $F_1$ )
Affinità bitume-aggregato (Spogliamento)	UNI EN 12697-11	%	$\leq 5$
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	---	$\leq 20$ ( $SI_{20}$ )
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	---	$\leq 15$ ( $FI_{15}$ )
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	$\leq 0,5$ ( $f_{0,5}$ )

In ogni caso, anche se di natura diversa, l'aggregato grosso dovrà essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei o inquinanti.

**1.11.1.8 Aggregato fino**

L'aggregato fino (frazione di dimensioni minori di 2 mm) dovrà essere costituito da sabbie di frantumazione e/o naturali e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

Aggregato Fino			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 75$ ( $SE_{75}$ )
Contenuto di fini	UNI EN 933-1	%	$\leq 10$ ( $f_{10}$ )

**1.11.1.9 Filler di Additivazione**

In aggiunta a quello proveniente dalle frazioni fini degli aggregati, l'eventuale filler di additivazione dovrà provenire dalla macinazione di rocce calcaree oppure dovranno essere costituiti da cemento o calce idraulica. Comunque, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Filler di Additivazione			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Limite (UNI EN 13043)
Passante setaccio UNI 2 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante setaccio UNI 0,125 mm	UNI EN 933-10	%	$85 \div 100$
Passante setaccio UNI 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	$70 \div 100$
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.
Anello e biglia (Stiffening Power) Rapporto filler/bitume = 1,5	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	$8 \div 25$ ( $\Delta_{R\&B} 8/25$ )



### **1.11.1.10 Conglomerato riciclato**

Il conglomerato bituminoso riciclato (fresato) deriva dalla demolizione di pavimentazioni a fine vita utile sia per demolizione e successiva frantumazione, sia con frese direttamente in situ. La classificazione del materiale deve essere eseguita secondo l'UNI EN 13108-8.

La percentuale in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli aggregati può essere anche pari al 100%.

In ogni caso il fresato deve essere opportunamente frantumato, vagliato e stoccato adeguatamente per garantire le prestazioni della miscela finale.

### **1.11.1.11 Additivi**

Gli additivi sono prodotti che, aggiunti agli aggregati, al bitumen e al fresato, consentono di ottenere le opportune prestazioni dei conglomerati bituminosi plastici; in particolare, devono permettere di mantenere un'adeguata plasticità, per garantire la corretta lavorabilità. Gli additivi possono essere di diversa natura: vegetale e minerale.

Se è adoperato del fresato, si deve utilizzare opportuno additivo che consenta la rigenerazione del medesimo. In ogni caso è vietato l'utilizzo di additivi a base di oli aromatici.

### **1.11.1.12 Miscele**

La miscela bituminosa plastica prodotta con le diverse tecnologie dovrà essere sottoposta a prequalifica di laboratorio e dovrà avere le seguenti prestazioni:

Condizioni di prova			
Condizioni di prova	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi per faccia	50
Stabilità Marshall dopo 7gg all'aria a 25°	UNI EN 12697-34	kN	> 4
Resistenza a trazione indiretta dopo 7gg all'aria a 25°C	CNR n.134/91	kPa	> 50

Un ulteriore requisito riguardante le prestazioni meccaniche delle miscele è richiesto sulla base dei risultati della prova Cantabro. La procedura di prova consiste nell'inserire un provino cilindrico, confezionato con 50 colpi per faccia secondo la metodologia Marshall (UNI EN 12967-34), eseguendo 300 giri alla velocità di 30 giri/min. all'interno dell'apparecchiatura Los Angeles

La prova permetterà di determinare la percentuale della perdita in peso media dei provini rispetto al peso iniziale. Nel caso di miscele bituminose a freddo è prevista una stagionatura all'aria dei provini per 28 giorni a 25 °C.



Condizioni di prova			
Condizioni di prova	Metodo di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento	UNI EN 12697-34	Colpi per faccia	50
Perdita in peso Cantabro dopo 28 gg all'aria a 25°C		%	< 10

#### **1.11.1.13 Confezionamento delle miscele**

Le miscele potranno essere prodotte sia a caldo sia a tiepido sia a freddo, in funzione della tecnologia prescelta e degli additivi utilizzati.

Esse dovranno essere confezionate in macchine automatizzate, d'idonee caratteristiche, mantenute sempre in perfette condizioni. In alternativa alla lavorazione con impianto fisso, per la confezione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto mobile da installare in cantiere oppure una semplice benna mescolatrice (produzione a freddo).

In tutti i casi, la macchina deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele. Il prodotto finito potrà essere utilizzato sia sfuso, quindi stoccato per l'utilizzo, sia in sacchi e/o secchielli pronti all'uso.

#### **1.11.1.14 Posa in opera delle miscele**

La posa in opera dovrà avvenire a regola d'arte e si dovrà procedere al livellamento della stesa ed alla compattazione. In particolare si deve prevedere:

- accurata pulizia della zona da riempire e della zona perimetrale esterna ammalorata;
- asportazione di detriti, acqua e materiali limosi;
- spruzzatura uniforme di emulsione bituminosa acida modificata al 55% di bitume;
- posa in opera su tutta la superficie trattata del conglomerato bituminoso freddo, avendo cura di effettuare una congrua colmatura in grado di compensare il calo sotto compattazione;
- compattazione con attrezzature idonee.

Nel caso in cui la superficie trattata sia molto ampia si dovrà eseguire una compattazione mediante l'impiego di un rullo vibrante alternando passaggi statici a passaggi vibranti. Si dovrà avere cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Potranno essere impiegati in alternativa rulli vibranti-gommati. Il traffico potrà essere ammesso sullo strato applicato a partire da qualche minuto per piccoli interventi (buche- trincee) fino a poche ore (per rappezzi consistenti) a seconda della dimensione dell'area sottoposta alla manutenzione stradale.



### **1.11.1.15 EMULSIONE BITUMINOSA PER MANO D'ATTACCO**

L'emulsione bituminosa impiegata per la realizzazione della mano d'attacco deve essere cationica e idonea all'utilizzo in conformità al Regolamento prodotti da costruzione (CPR 305/2011) e provvista dimarcatura CE in conformità all'Allegato ZA della norma UNI EN 13808 secondo il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione di livello 2+.

### **1.12 FONDAZIONE STRADALE IN POZZOLANA STABILIZZATA CON CALCE IDRATA**

Per l'esecuzione di tale sovrastruttura i lavori dovranno svolgersi nel seguente modo:

a) prima di spargere la calce idrata, lo strato di pozzolana dovrà essere conformato secondo le sagome definitive trasversali e longitudinali di progetto.

b) La calce idrata dovrà essere distribuita uniformemente nella qualità che sarà precisata, di volta in volta, dalla Città Metropolitana di Roma Capitale in rapporto alle prove sulla miscela che saranno eseguite secondo le modalità di seguito precisate.

c) In ogni caso la quantità di calce idrata non potrà essere inferiore a 80 Kg per mc di pozzolana.

d) L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con borsapuzzatrice a pressione e uniformemente incorporata nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specifica dall'Città Metropolitana di Roma Capitale in base sempre ai risultati delle suddette prove.

Ad avvenuta uniforme miscelazione della pozzolana acqua-calce idrata, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla Direzione dei Lavori.

e) La miscela dovrà essere mantenuta umida con aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, ed infine lo strato sarà rifinito secondo gli ordini che di volta in volta verranno impartiti dall'Città Metropolitana di Roma Capitale

f) Dopo che la sovrastruttura di pozzolana e calce sarà ultimata, dovrà essere immediatamente protetta la superficie per un periodo di almeno 20 giorni con sabbia o con stuoie onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.

Il macchinario da impiegare dovrà essere in buone condizioni d'uso dovrà avere l'approvazione dell'Città Metropolitana di Roma Capitale

La calce dovrà essere consegnata in sacchi sigillati portanti scritto il marchio di fabbrica della cementeria e dovrà avere i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939, numero 2231.

In ogni caso dovrà essere accettata dall'Città Metropolitana di Roma Capitale a suo giudizio insindacabile. La calce idrata dovrà essere depositata in luoghi asciutti a riparo dalle piogge e dalle intemperie.

Tutta la calce che per qualsiasi ragione risulterà parzialmente deteriorata o conterrà impurità sarà rifiutata.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

L'acqua da impiegarsi dovrà essere esente da impurità dannose, di acidi, alcali, materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva.

L'attrezzatura di cantiere dovrà assicurare che lo spargimento della calce idrata venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e dovranno assicurare una distribuzione uniforme delle quantità teoriche richieste per mq.

I lavori di spargitura della calce idrata potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiori a quattro gradi centigradi, il tempo non sia piovoso o molto nebbioso e si prevedano imminenti piogge.

La calce idrata dovrà essere sparsa solamente su quella parte del terreno che si preveda di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stata sparsa di fresco la calce idrata fino a quando questa non sia stata miscelata con la pozzolana.

La percentuale di umidità della miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dall'Ente Metropolitana di Roma Capitale e con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità.

Sarà responsabilità dell'appaltatore di raggiungere l'appropriata quantità di acqua alla miscela.

La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dall'Ente Metropolitana di Roma Capitale fino al raggiungimento della densità ottima (fino al 95% AASHO Mod.).

La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei metri costipati dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa della miscela.

Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna della interruzione delle operazioni di lavori, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.

Il traffico potrà essere aperto solo dopo almeno 20 giorni.

L'Impresa potrà attrezzare in loco, a sua cura e spese un laboratorio da campo in modo da mettere la

Direzione Lavori in condizioni di poter eseguire eventuali analisi che essa Direzione Lavori dovesse richiedere, con specifico riguardo alle prove con apparato triassiale; presso il laboratorio dell'Impresa o presso quel laboratorio a cui la Impresa affida





l'esecuzione delle analisi; l'efficienza e l'idoneità di tale laboratorio dell'Impresa saranno accertate insindacabilmente dalla Direzione Lavori che potrà comunque far eseguire qualsiasi numero di prove presso laboratori ufficiali.

La pozzolana da usarsi dovrà essere esente da materie organiche e vegetali, e dovrà essere di caratteristiche tali da dare una densità massima di laboratorio superiore a 1.5.

Dovranno essere eseguite prove di stabilità su miscela di calce idrata e del particolare tipo di pozzolana impiegata tutte le volte che la Direzione Lavori crederà opportuno presso i Laboratori Ufficiali ed in ogni caso almeno uno ogni 5000 mq di strada trattata.

Le prove saranno eseguite con il metodo della compressione triassiale (oppure compressione semplice) e non verranno accettate quelle miscele per le quali la linea di involuppo dei relativi cerchi di MOHR sia sottostante a quella avente una inclinazione di 45 gradi sull'orizzonte ed intersecante l'asse delle ordinate nel punto corrispondente a 3 daN/cm<sup>2</sup>.

### **1.13 FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE DI CAVE, CON LEGANTE NATURALE**

#### **1.13.1.1 Descrizione**

Questo tipo di fondazione è costituito da una miscela di granulati di cava, con aggiunta o meno di legante

naturale, passante al setaccio n. 40 ASTM (maglie da mm 0.42).

Detta miscela sarà formata da elementi inferiori a 75 mm di diametro e presenterà allo stato fuso una curva granulometrica ad andamento continuo ed uniforme, compresa in uno dei fusi riportati in tabella 18, concorde a quello delle curve limiti.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà prescritto dalla Direzione Lavori, che stabilirà se il 25% in peso del materiale potrà essere costituito o meno dal frantumato a spigoli vivi.



Serie setacci ASTM UNI mm		Passante tot. in peso %	
		Tipo 1	Tipo 2
2 1/2	71	100	
1 1/2	40	75-100	100
1	25	60-87	75-100
3/8	10	35-67	45-75

Serie etacci ASTM UNI mm		Passante tot. in peso %	
		Tipo 1	Tipo 2
n. 4	5	25-55	30-60
n. 10	2	15-40	20-45
n. 40	0.4	7-22	10-25
n. 200	0.075	2-10	3-12

Tabella: Granulometria misto granulare di cava

#### **1.13.1.2 Modalità di esecuzione**

La superficie di posa della fondazione dovrà avere le quote, la sagoma e la compattazione prescritta ed

essere ripulita da materiale estraneo.

Il materiale miscelato o meno secondo il procedimento di lavorazione, sarà steso in strati di spessore uniforme da 10 a 15 cm in relazione al tipo di attrezzatura miscelante e costipante impiegata.

L'aggiunta di acqua è da effettuarsi a mezzo di dispositivi spruzzatori fino a raggiungere l'umidità prescritta.

A questo proposito la Direzione Lavori avrà cura di far sospendere le operazioni quando le condizioni

ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo, lo strato compresso dovrà essere rimosso e sostituito a cura e spese dell'impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Il costipamento sarà effettuato con l'attrezzatura più idonea al tipo di materiale impiegato e comunque approvato dalla Direzione Lavori.

Esso dovrà interessare la totale altezza dello strato di fondazione sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata, accertabile mediante prove presso i Laboratori Ufficiali.

#### **1.14 FONDAZIONI IN MISTO CEMENTATO**



#### **1.14.1.1**

##### **1.14.1.2 Descrizione**

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare eventualmente corretto con materiale di frantumazione, impastato con cemento e acqua.

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.

##### **1.14.1.3 Caratteristiche dei materiali: inerti**

Avranno i seguenti requisiti:

- a) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm né forma appiattita, allungata o lenticolare.
- b) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Tabella: Granulometria misto granulare di cava

Serie UNI			
crivelli	Passante tot %		setacci      Passante tot %
40	100		2      15 - 30
25	60 - 80		0.4      7 - 15
15	40 - 60		0.18      0 - 6
10	35 - 50		
5	25 - 40		

coefficiente di frantumazione dell'aggregato (secondo C.N.R. fascicolo 4/1953)  
non superiore a 160;

- d) equivalente in sabbia compreso tra 20 e 70.

L'Impresa dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di = 5 punti % fino al passante al crivello n. 5 e di = 2 punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

##### **1.14.1.4 Caratteristiche dei materiali: legante**

Verrà impiegato cemento "325" (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 3.5% ed il 5% sul peso degli inerti asciutti.



#### ***1.14.1.5 Caratteristiche dei materiali: acqua***

Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

#### ***1.14.1.6 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.

#### ***1.14.1.7 Resistenza***

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione su provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17.78 m diametro 15.24 cm volume 3242 cmc); per il confezionamento nei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e statura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti effettivamente di cm 17.78.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e 85 colpi pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50.8, peso pestello Kg 4.54, altezza di caduta cm 45.7).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale del legante. I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione non minori di 25 Kg/cm<sup>2</sup> e non superiori a 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### ***1.14.1.8 Preparazione e posa in opera***

La miscela risultante dalle prove di cui sopra, verrà confezionata fuori opera in adeguati impianti di miscelamento e dosaggio.



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici.

Per il costipamento e le rifiniture verranno impiegati rulli lisci (statici o vibranti) o rulli gommati, tutti semoventi.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0 gradi C e superiori a 25 gradi C nè sotto pioggia battente.

Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature tra i 25 gradi e i 30 gradi C.

In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo d'impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ore per garantire - la continuità della struttura di ogni partita carrabile.

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 letto, provvedere a tagliare l'ultima arte 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, 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.



#### **1.14.1.9 Protezione superficiale**

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendi mento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/mq in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

#### **1.14.1.10 Norme di accettazione**

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. Qualora si riscontrino un maggior scostamento della sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

La densità in sito non dovrà essere inferiore al 95% della densità raggiunta in laboratorio nei provini su cui è misurata la resistenza.

Il prelievo del materiale dovrà essere eseguito durante la stesa ovvero prima dell'indurimento, mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare da calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

La resistenza a compressione 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. Misurata la resistenza a compressione a 7 giorni dei quattro provini in questione e scartato il valore più basso, entro la media degli altri 3 dovrà servire per confronto con la resistenza preventivamente determinata in laboratorio di quattro provini, previa la vagliatura al crivello da 25 mm.

Questo controllo dovrà essere effettuato ogni 100 mc di materiale costipato.

La resistenza dei provini preparati con la miscela stesa, non dovrà costarsi da quella preventivamente determinata in laboratorio di oltre - 20%, e comunque non dovrà mai essere inferiore a 25 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **1.15 RIEMPIMENTO IN BETONABILE**

Il ripristino dei cavi per la posa in opera prevede l'utilizzo per il riempimento del cavo, a norma del regolamento scavi di CMRC e come indicato elaborati, di un materiale betonabile che dovrà possedere i seguenti requisiti minimi prestazionali:

- Resistenza a 24 h (prova in laboratorio) non inferiore a 2 daN/cm<sup>2</sup>;
- Resistenza a 28 giorni (prova in laboratorio) non inferiore a 15 daN/cm<sup>2</sup>, verificata a fatica (ripetizione dei carichi);
- Indice di demolibilità non superiore a 150.

Nella preparazione della miscela costituita da idonea pezzatura di pozzolana e cretoni (grani) di pozzolana dovrà essere impiegato cemento nella percentuale prossima al



6% ad evitare l'eccesso di consistenza, perché il betonabile deve essere rimovibile a piccone e pala.

Il "betonabile" è autocostipante in quanto liquido ed impastato in betoniera con acqua.

È escluso l'utilizzo della miscela a secco per il riempimento dei cavi perché non autocostipante e foriera di assestamenti e costipamenti successivi con effetti dannosi per la superficie stradale.

I lavori di riempimento dei cavi devono essere programmati per ridurre le interferenze col traffico, ovvero la scavo riempito col betonabile andrà protetto con lastre metalliche grecate per il tempo delle 24 ore necessarie all'indurimento minimo della miscela che per questo motivo dovrà contenere il giusto rapporto di acqua cemento ed inerti definiti dallo stabilimento di produzione.

Il progetto della miscela betonabile dell'impianto di fornitura dell'impresa Appaltatrice andrà sottoposto all'approvazione del Direttore di Lavori e la miscela non dovrà discostarsi per più del 5 % dal progetto approvato per tutta la durata dell'appalto, ovvero dell'utilizzo.

## **1.16 PAVIMENTAZIONI IN ELEMENTI PRECONFEZIONATI**

### **1.16.1.1 Posa in opera**

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere piane, dovrà essere eseguita in modo da ottenere superficiali singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle sconnessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per mm. 15 entro il rivestimento superficiale, ove esistente, di pareti verticali. I pavimenti dovranno essere consegnati finiti, lavorati e puliti senza macchie di sorta.

L'Impresa ha l'obbligo, durante il periodo di presa delle malte di allettamento dei pavimenti, di provvedere a sue spese alle opere provvisorie che si rendessero necessarie perché il transito, nei limiti strettamente indispensabili, possa svolgersi su andatore con parapetti, palancati o simili, e quando ciò non sia necessario, provvedere agli sbarramenti per impedire il transito abusivo.

In ogni caso ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio – a che abusivo – di

persone, o per qualsiasi altra causa, l'appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spesa al ripristino.





L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campioni dei pavimenti che saranno prescritti.

E' a carico dell'Appaltatore il maggiore impiego di malta o di cretonato per ottenere un piano di posa orizzontale e regolare qualora l'Appaltatore stesso avesse eseguito le strutture sottostanti in modo non rispondente a tale precisione.

## **1.17 RAMPE PER DISABILI**

### **1.17.1.1 Generalità**

Dove previsto in progetto, oppure dove è presente una discontinuità dell'pavimentazione (uno o più gradini, passi carrabili ecc.) oppure quando la D.L. lo richieda, l'Impresa dovrà realizzare rampe per disabili da realizzare in basalto dello spessore di cm. 5, sulla superficie a vista. Potrà non essere ordinate, inoltre, mattonelle per non vedenti tipo LOGES. In questo ultimo caso gli ordinativi saranno autorizzati direttamente dalla D.L..

Le mattonelle devono essere basalto o travertino con formati diversi :

cm.12,5x25 – 20x20 , 20x40 , 25 x25 , 60x60 spessore cm. 5.

Massa volumetrica media Ce minima 2.19 Kg / dmc – media 2 .24 Kg/dmc

Assorbimento Wa 12.7 %

Trasmissione meccanica Tm 4

Compressione Rcc minimo 70.69 N / mmq – medio 72.43 N / mmq

Parallelismo minimo 0.06 % - massimo 0.10 %Assemblaggio spessore giunti < 1 mm

Aderenza facce laterali 1.1 Ortogonalità faccia superiore massi

a 0.2 mm – media 0.1 mm

## **1.18 OPERE MURARIE**

### **1.18.1.1 Malte per le murature**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno



alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed

quanto verrà, di volta

in volta, ordinato

dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m3 di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra i mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m3 di sabbia; quelle per intonaci, con Kg. 400 di cemento per m3 di Sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

Gli impasti

verranno preparati solamente nelle

#### ***1.18.1.2 TUBAZIONI E SPECHI***

#### ***1.18.1.3 TRASPORTO E POSA IN OPERA***

La verifica e la posa in opera delle tubazioni saranno conformi al Decreto Min. Lav. Pubblici del 12/12/1985 (Norme tecniche relative alle tubazioni).

A tale scopo l'Impresa, indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà dare libero accesso, nella propria azienda, agli incaricati dell'Amministrazione appaltante perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura.

Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori le caratteristiche, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flange ed eventuali i giunti speciali, insieme al materiale illustrativo, disegni e campioni.

All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

-marchio del produttore;



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

- sigla del materiale; -data di fabbricazione;
- diametro interno o nominale
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in kN/m per i materiali non normati);
- normativa di riferimento.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate dal documento comprovante la certificazione del “sistema di qualità” della ditta fornitrice secondo le norme UNI-EN 29.000 ISO 9000 e la certificazione specificacomprovante le caratteristiche tecniche rilasciata da un Istituto terzo indipendente.

Durante il trasporto le tubazioni dovranno essere supportate per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiarne le estremità a causa delle vibrazioni.

Le imbragature per il fissaggio del carico potranno essere realizzate con uni o bande di canapa, di nylon o similari; se verranno utilizzati cavi d'acciaio, le tubazioni dovranno essere protette nelle zone di contatto.

Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto durante lo sfilamento lungo gli scavi, si dovrà evitare il trascinarsi delle tubazioni sul terreno per evitare rigature prodotte da sassi o da altri oggetti acuminati.

Le tubazioni dovranno essere accatastate su traversini in legno, in modo che i bicchieri della fila orizzontale inferiore non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi dovranno essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da risultare sporgenti e consentire in tal modo alle tubazioni di risultare appoggiate lungo un'intera generatrice.

Le tubazioni non debbono essere accatastate ad un'altezza superiore a mt 1.50, per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Nell'eventualità che le tubazioni non vengano adoperate per un lungo periodo, dovranno essere protette dai raggi solari diretti con schermi opachi.

La posa in opera delle tubazioni deve avvenire su una platea di fondazione in conglomerato cementizio di spessore tale da consentire il posizionamento delle tubazioni alle quote fissate nei profili longitudinali.

Prima di procedere alla posa, le tubazioni devono essere controllate accuratamente per individuare eventuali difetti.



Le giunzioni dovranno essere effettuate seguendo il seguente ordine di operazioni:

- accurata pulitura della superficie esterna della estremità maschio del tubo e dell'interno del bicchiere dell'altro tubo al quale il primo va congiunto
- introduzione dell'anello di tenuta nell'apposita scanalatura del bicchiere;
- lubrificazione della parte esterna dell'anello e dell'estremità smussata del tubo maschio;
- ritiro del tubo di circa 3 cm per ogni metro di interasse (in ogni caso tale ritiro non deve essere inferiore a 10 cm)

Una volta effettuata la giunzione delle tubazioni si provvederà ad ancorarle alla fondazione in modo da evitare spostamenti indesiderati durante la fase di getto del calcestruzzo di rinfiamento; I dispositivi d'ancoraggio dovranno essere tali da non deformare le tubazioni.

L'ancoraggio dovrà essere preceduto da una verifica della linearità delle tubazioni nelle tratte comprese fra due giunti contigui, per garantire tale linearità potrà risultare tubazioni appositi distanziatori.

Completata la posa delle tubazioni si procederà al rinfiamento ed al ricoprimento con modo da raggiungere le dimensioni trasversali prescritte negli elaborati costruttivi.

In corrispondenza delle giunzioni si dovrà ricavare, nel getto di conglomerato, un giunto di costruzione a mezzo spessore che verrà successivamente riempito con mastice bituminoso. Qualora nello scavo a sezione ristretta si fossero oltrepassati i limiti stabiliti negli elaborati costruttivi, il vuoto risultante dovrà essere riempito con calcestruzzo a cura e spese dell'impresa, alla quale nulla sarà dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento.

Ultimato il ricoprimento delle tubazioni, l'impresa avrà cura di riallacciare le canalizzazioni di ogni genere incontrate nel cavo ed eventualmente interrare.

Successivamente inizierà il rinterro del cavo impiegando pozzolana grezza, proveniente dagli scavi o da cava di prestito o altro materiale previsto nel progetto.

Il costipamento dei materiali di riempimento dovrà essere effettuato a strati di altezza non superiore a 50 cm. L'impresa dovrà provvedere agli opportuni ricarichi del terreno che si dovessero rendere necessari a seguito di eventuali assestamenti, in modo da raggiungere il piano precedentemente raggiunto.



***1.18.1.4 Prove di tenuta A Norma della vigente legislazione in materia di inquinamento dei corpi ricettori (Legge 319/76 e seguenti)***

Tutti I manufatti fognatizi per fogne nere e miste (escluse bianche meteoriche), compresi anche I pozzetti e manufatti di qualunque tipo, dovranno essere sottoposti alla prova di impermeabilità (una prova ogni mt 1000 di ogni tipo di manufatto realizzato e comunque almeno una prova se la lunghezza è inferiore a mt 1000) Le prove dovranno essere eseguite con le seguenti modalità:

La tubazione, chiusa ermeticamente agli estremi, verrà riempita d'acqua per 24 ore

La prova verrà effettuata con una pressione interna di 0.50 bar inizierà 5 minuti dopo aver applicato la predetta sovrappressione;

- La prova avrà la durata di 15 minuti ed in tale tempo si misurerà la quota costante il livello; quota d'acqua somministrata per mantenere
- La prova si intenderà positiva se il valore medio della quantità d'acqua somministrata non risulta superiore a 0.10 litri per metro quadrato di superficie bagnata.

Qualora la prova non riuscisse per la perdita delle giunzioni, l'impresa dovrà riparare le giunzioni difettose e ripetere la prova a sua cura e spese a ciò finché non si verificheranno le condizioni sopra specificate.

Lo stesso dicasi qualora la prova non riuscisse per lesioni rottura di tubi, restando contrattualmente stabilito che in tal caso l'impresa dovrà sostituire a sue spese I tubi lesionati o rotti.

Le prove saranno sempre eseguite in contraddittorio tra il Direttore dei Lavori e l'impresa, e per ogni prova eseguita, con esito favorevole o non, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

***1.18.1.5 TUBI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITA'***

I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme: UNI 7611/75 –UNI 7615/75 - UNI 7612/13 - UNI 7616 - UNI Plastici 312 –Circolare 402 - Istituto Italiano dei Ministero Sanità n. 102 del 02/12/78.

Le tubazioni usate per condotte idriche in pressione dovranno rispettare le pressioni nominali richieste, non riportare abrasioni o schiacciamenti. Sulla superficie esterna dovrà essere leggibile la pressione nominale e la sigla dell'Istituto Italiano Plastici.

La giunzione dei tubi, dei raccordi, dei pezzi speciali e delle valvole di polietilene deve essere conforme alle corrispondenti prescrizioni del prEN 1555-5 e deve essere realizzata, a seconda dei casi, mediante:

- saldatura di testa per fusione, mediante elementi riscaldanti



- (termoelementi) in accordo a UNI 10520;  
- saldatuia per fusione, mediante raccordi elettrosaldabili in accordo a UNI 10521;

Prima della saldatura I tubi di polietilene dovranno essere perfettamente puliti con adeguate attrezzature da qualsiasi materiale estraneo che possa viziare il futuro esercizio della condotta. Sulle teste da saldare la pulizia dovrà avvenire sia all'esterno che all'interno per almeno 10 cm di lunghezza.

Eventuali deformazioni o schiacciamenti delle estremità dovranno essere eliminate con tagli o corrette utilizzando le ganasce della macchina saldatrice. Le superfici da collegare con manicotto elettrico (elettrosaldabile) dovranno essere preparate esclusivamente a mezzo di apposito raschiatore meccanico per eliminare eventuali ossidazioni della superficie del tubo. Le macchine ed attrezzature usate per il montaggio delle tubazioni in polietilene dovranno essere perfettamente idonee allo scopo.

I tubi da saldare dovranno essere appoggiati su appositi rulli di scorrimento ed essere tenuti dalla stessa attrezzatura in posizione perfettamente coassiale.

Prima della saldatura, se le facce da unire non si presentano perfettamente parallele e combacianti, le estremità dovranno essere intestate con apposita attrezzatura a rotelle in maniera da rispondere a questo requisito.

Prima della saldatura le tubazioni dovranno essere perfettamente asciutte prive di qualsiasi traccia di umidità.

Nel corso della saldatura e per tutto il tempo di raffreddamento, la zona interessata dovrà essere protetta da sole diretto, pioggia, neve, vento e polvere.

I tubi e pezzi speciali al momento della posa dovranno essere battuti leggermente con martello per verificarne l'integrità.

Se risponderà con suono metallico (cristallino) sarà considerato accettabile, se invece il suono sarà rauco verrà scartato ed allontanato dal cantiere.

#### **1.18.1.6 TUBAZIONI DI POLI-CLORURO DI VINILE (PVC)**

E' consentito l'uso di tubi in PVC fino al diametro massimo Ø 600 mm inteso no.

I tubi PVC dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per Luglio 1967. Distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ. Min. Sanità n. 125 del 18



Come previsto dalle norme U.N.I. 7441-75, 7443-75, 7445-75, 7447-75 I TUBI SI DISTINGUONO IN :

- Tipo 311, per fluidi non alimentari in pressione, con temperature fino a 60°;
- Tipo 312, per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione
- Tipo 313 per acqua potabile in pressione; per temperature fino a 60°;
- Tipo 301, per acque di scarico e ventilazione nei fabbricati, per temperature max perm. Di 50°;
- Tipo 302, per acque di scarico, per temperature max perm. Di 70°;
- Tipo 303/1 e 303/2 per acque di scarico, interrate per temperature max perm di 40°.

Il Direttore dei Lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorchè, messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti e indiretti.

#### **1.18.1.7 TUBI DRENANTI IN PVC**

I tubi drenanti saranno in pvc duro ad alto modulo di elasticità 16961, D.I.N. 1187 e D.I.N. 7748.

I tubi si distinguono nei seguenti tipi:

a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle D.I.N.

- A) Tipo flessibile corrugato a sez. Circolare, anche rivestito di filtro in geotessile o polipropilene, fessure di mm 1.30 di larghezza (d.e. mm da 50 a 200)
- B) Tipo rigido a doppia parete corrugato, sez. Circolare fessure di mm 0.8 di larghezza (d.i. mm da 100 a 250)
- C) Tipo tunnel corrugato con suola d'appoggio liscia, fessure mm 0.8 di larghezza (d.n. mm da 80 a 300).

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle al D.M. 12 Dicembre 1985.

#### **1.18.1.8 TUBAZIONI IN CEMENTO**

Le Tubazioni in cemento dovranno di norma avere lunghezza non inferiore a m 2,00 prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, con o senza base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica con profilo a delta, posizionata sul giunto maschio, conforme alle norme UNI 4920, DIN 4060, prEN 681.1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio non inferiore a 0,5 atmosfere.





La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco femmina del tubo di apposite lubrificantecompatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna richiesta in progetto e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nel Progetto di Norma UNI U73.04.096.0, DIN 4035, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n. 27291 del 02-03-1986 e NTC 18, esenti da fori passanti.

La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 MPa (450 kg/cmq).

L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare l'8% in massa.

Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della legge 10-05-1976 n.319, recante norme per la tutela delle acque dell'inquinamento compreso ogni altro onere per dare la lavorazione finita a regola d'arte.

#### **1.18.1.9 TUBAZIONI IN GRES CERAMICO**

I tubi dovranno essere dritti, privi di lesioni, abrasioni, cavità bolle ed a tri difetti che possano comprometterne la resistenza. Devono essere perfettamente impermeabili e se immersi completamente nell'acqua per otto giorni non devono aumentare di peso più del 3%.

Le condotte ed i relativi pezzi speciali dovranno:

- essere inattaccabili da acidi minerali ed organici, anche se caldi;
- resistere agli ossidanti ed agli aggressivi in genere;
- presentare frattura compatta e concoide con durezza pari al 3° grado della scala di Mohs;
- resistere agli urti, alla compressione, alla trazione ed alla torsione;
- non lasciarsi scalfire sulla superficie esterna, né su quella di frattura da un utensile di acciaio comune.

L'Amministrazione si riserva il diritto di far effettuare in fabbrica, alla presenza di proprio personale, verifiche e prove di accertamento della qualità delle forniture.

Un tubo o pezzo speciale, portato gradualmente ad una pressione idraulica interna di 2 kg/mq e così mantenuta per 20 secondi, non dovrà trasudare, né presentare incrinature.

Un tubo poggiato su una tavola con interposto foglio di feltro, in maniera che il manicotto rimanga all'esterno libero da contatto, e gravato da un peso di 800 kg a



mezzo di leva agente sopra un regolo di legno lungo 40 cm e largo 3, disposto longitudinalmente sulla parte centrale, con interposto altro foglio di feltro, non dovrà presentare incrinature. Per le suddette prove l'Appaltatore si dovrà impegnare presso la ditta fornitrice o la fabbrica a mettere a disposizione dell'incaricat necessarie. dell'Amministrazione il personale, i materiali, i mezzi e le apparecchiature. I tubi e i pezzi speciali dovranno avere caratteristiche rispondenti alle norme UNI EN 295. I tubi e pezzi speciali al momento della posa dovranno essere battuti leggermente con martello per verificarne l'integrità. Se risponderà con suono metallico (cristallino) sarà considerato accettabile, se invece il suono sarà rauco verrà scartato ed allontanato dal cantiere.

#### **1.18.1.10 TUBI IN GHISA SFEROIDALE**

Le tubazioni in ghisa sferoidale dovranno avere giunto elastico automatico con guarnizione a profilo divergente tipo

Giunto rapido conforme alle norme UNI EN 598/95 ed ISO 2531, gli anelli di gomma saranno fabbricati per stampaggio e convenientemente vulcanizzati. I raccordi avranno le estremità adatte al tipo di giunzione previsto dalle prescrizioni di progetto. Se non diversamente previsto dalla voce delle prescrizioni di progetto, il giunto sarà elastico automatizzato con guarnizioni a profilo divergente conforme alle norme UNI 9163. I tubi saranno di norma protetti all'esterno con un rivestimento a base di vernice bituminosa, composta di bitumi ossidati sciolti in adatti solventi o di altri prodotti eventualmente previsti in progetto ed espressamente accettati dalla Direzione dei Lavori. Le tubazioni in ghisa sferoidale per acquedotto dovranno essere conformi alle norme UNI EN 545 saranno in generale rivestite internamente con malta cementizia applicata per centrifugazione, distribuita uniformemente sulle pareti con gli spessori stabiliti dalle norme UNI ISO 4179-83. Tutti i raccordi, se non diversamente stabilito dalle prescrizioni di progetto, saranno rivestiti sia internamente che esternamente mediante immersione con vernice bituminosa composta da bitumi ossidati sciolti in adatti solventi.

Le tubazioni in ghisa sferoidale per fognatura dovranno essere conformi alle norme UNI EN 598, i tubi saranno zincati esternamente, centrifugati e ricotti, e rivestiti con vernice di colore rosso bruno. Internamente saranno protetti con malta di cemento alluminoso applicata per centrifugazione. L'interno e l'esterno del bicchiere saranno rivestiti con vernice epossidica.

#### **1.18.1.11 POZZETTI E CHIUSINI**

Dovranno essere in conglomerato cementizio armato e vibrato, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- Rck  $\geq$  30 MPa;



**DOCUMENTI TECNICO ECONOMICI – Capitolato speciale d'appalto Norme Tecniche**

- armatura in rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni;

I chiusini avranno chiusura battentata e saranno posti su pozzetti e/o canalette, ancorati agli stessi.

Saranno conformi alle norme UNI - EN 124 (Dispositivi di coronamento e di chiusura dei pozzetti stradali. Principi di costruzione, prove e marcature).

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per d'uomo non dovrà essere inferiore a 600 mm.

Tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante: la norma di riferimento; la classe corrispondente; la sigla e/o nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni saranno indicate negli elaborati di progetto.

**1.18.1.12 GIUNTI STRADALI DI DILATAZIONE E IMPERMEABILITA'**

**1.18.1.13 Premesse**

I giunti di dilatazione sono quegli elementi strutturali che consentono la dilatazione delle strutture di sostegno delle

pavimentazioni stradali (impalcati, solette), causata da sbalzi termici, ritiro igrometrico e deformazioni, senza generare rotture o fessurazioni nelle pavimentazioni stesse. I giunti realizzare la continuità del piano viabile e la tenuta all'acqua.

Il giunto di dilatazione è costituito dai seguenti dispositivi:

- dispositivo di tenuta all'acqua di sovrappavimentazione e sottopavimentazione (scossalina) destinato ad impedire il percolamento dell'acqua sulla sottostante struttura
- dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione, dimensionato in modo tale da garantire unrapido e completo allontanamento delle acque dal piano viabile.

Devono assolvere la doppia funzione di dispositivo di continuità che permette i movimenti a cui l'opera può soggiacere (dilatazione termica, rotazione, frenatura, sisma) nonché il superamento senza urti, ed in caso di zona urbanizzata senza rumore aggiuntivo a quello di rotolamento delle ruote dei veicoli, di richiedere una relazione nella quale dovranno risultare le sollecitazioni di esercizio e lo spettro del rumore prodotto;

Questo aspetto va particolarmente curato in presenza di pavimentazione drenante fono-assorbente, per eliminare l'effetto "diga" determinato dal giunto nei II



convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone non, dell'opera e la viabilità sottostante o in prossimità dell'opera stessa. L'Appaltatore dovrà fornire un progetto dettagliato del giunto con indicazioni che non interessino le strutture, portanti e

ne delle caratteristiche dei materiali, delle procedure di montaggio e di eventuali informazioni relative alla manutenzione, da sottoporre alla preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori; Tutte le tipologie di giunto dovranno essere dimensionate per sopportare i massimi carichi accidentali previsti dalle normative vigenti (NTC 2108) oltre alle dilatazioni prevedibili per lo specifico manufatto. L'Amministrazione si riserva la possibilità di richiedere calcoli e delucidazioni ad integrazione di quanto richiesto nelle presenti Norme Tecniche I giunti di dilatazione dovranno rispondere a quanto prescritto al par. 5.1.7 delle norme NTC 2018.

### **1.19 SEGNALETICA STRADALE**

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada vigente e cogente

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità della Ditta aggiudicataria, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art.77 del D.P.R. N.495 del 16/12/1992, non dovranno occupare una superficie maggiore di mq 200

- a) la scritta "Città Metropolitana di Roma Capitale"
- b) il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale
- c) l'anno di fabbricazione
- d) estremi relativi al rilascio della certificazione di conformità del prodotto finito ai sensi della
- e) circolare 3652 del 17.06.1998
- f) gli estremi della Determinazione Dirigenziale di apposizione del Committente, ove previsto.

#### **1.19.1.1 Pellicole**

Per quanto concerne le pellicole, si richiama integralmente quanto contenuto nel DM LLPP del 31 marzo 1995 n. 1584 "disciplinare tecnico sulle impiegate per la costruzione dei segnali stradali



#### ***1.19.1.2 Supporti in lamiera***

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta con spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

#### ***1.19.1.3 Rinforzo perimetrale***

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

#### ***1.19.1.4 Traverse di rinforzo e di collegamento***

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse i irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio zincato nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli.

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

#### ***1.19.1.5 Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni***

Qualora i segnali siano costituiti da due più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in alluminio da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio zincato da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

#### ***1.19.1.6 Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)***

La lamiera di alluminio dovrà essere trattata, anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità, su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti.



La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutr con speciale smalto sintetico.

#### ***1.19.1.7 Attacchi***

Ad evitare forature tutti i segni dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di 22 centimetri, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe con dispositivo antirotazione in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria pure zincata.

#### ***1.19.1.8 Sostegni***

I sostegni per i segnali verticali, portal esclusi, saranno in ferro tubolare antirotazione (art.82 D.P.R.n.495/92) diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m,

Previo parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i metri quadrati cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dalla Ditta appaltatrice.

#### ***1.19.1.9 Sostegni a portal***

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavalletto saranno realizzati in acciaio ad alta resistenza zincato a caldo con ritti a sezione variabile a perimetro costante, oppure con strutture a traliccio reticolare costituite da resistere alle tubi saldati e scordonati zincati a caldo e verniciati con vernici alle resine epossidiche adatte a condizioni di impiego per sede stradale, di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura.

La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/ora.



I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe sarà di cm. 550. La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

#### **1.19.1.10      *Fondazioni e posa in opera***

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm. 50x50x70 di altezza in conglomerato cementizio dosato a quintali 2,5 di cemento tipo 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dalla Ditta appaltatrice tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di Km. 150/ora.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione secondo normativa vigente.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione e' riservato in modo sindacabile alla Direzione dei Lavori e saranno ad esclusivo carico e spese della Società' cottimista ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

#### **1.19.1.11      *Segnaletica in pitture spartitraffico***

La segnaletica orizzontale in semovente. vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo

I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con 'asse della strada.

Le vernici che saranno adoperate per l'esecuzione della segnaletica orizzontale dovranno essere accompagnate da una dichiarazione delle caratteristiche dalla quale dovranno risultare: peso per litro a 25 gradi "C, il tempo di essiccazione, viscosità', percentuale di pigmento, percentuale di non volatile, peso di cromato di piombo o del biossido di titanio per altro di pittura gialla o bianca rispettivamente,





percentuale in peso delle sfere e percentuale di sfere rotonde, tipo di solvente da usarsi per diluire e quantità raccomandata l'applicazione della pittura e ogni altro requisito tecnico prescritto nelle norme vigenti.

Le pitture posate in opera dovranno soddisfare i requisiti previsti dalle norme vigenti ed essere conformi alla dichiarazione delle caratteristiche fornite al venditore entro le tolleranze appresso indicate.

Qualora la vernice non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre alla Ditta appaltatrice la sostituzione maneggiamento e trasporto con altra vernice idonea a sua cura e spese,

E' facoltà della D.L. prelevare campioni di pittura che saranno sottoposti, presso laboratori ufficiali, a spese della Ditta appaltatrice, a tutte le prove necessarie per stabilire la corrispondenza con quelle indicate nei paragrafi successivi.

I contenitori prescelti per la prova dovranno risultare ermeticamente chiusi e dovranno essere etichettati con i dati necessari a identificare univocamente il campione.

Sull'etichetta saranno annotati i seguenti dati;

- Descrizione;
- Ditta produttrice;
- Data di fabbricazione;
- Numerosità e caratteristiche della partita;
- Contrassegno;
- Luogo del prelievo;
- Data del prelievo;
- Firme degli incaricati.

i metodi di prova per laboratorio per materiali per segnaletica stradale retroriflettenti o di altro tipo, sia pe manenti sia temporanei.

#### ***1.19.1.12 Segnaletica con materiali preformati permanenti retroriflettenti***

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retrorifrangente dovrà attenersi alla Normativa di cui agli art.40 del D. Lgs. n. 285 del 30.04.1992 e del suo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 16.12.1992, In particolare dall'art. 137 all'art. 155 come modificato dal D.P.R. n.610 del 16-9-1996.

I laminati elastoplastici sono di tipo autoadesivo, realizzato con polimeri d'alta qualità e contenenti una dispersione di microgranuli ad elevato potere antisdrucchiolo e microsfele con caratteristiche di rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato pc retroriflettente. Sono materiali In grado di mantenere i valori di visibilità diurna e notturna ed i valori di antiscivolosità, così come raccomanda la normativa europea. (Norma UNI EN 1436).



### **1.19.1.13      *Segnaletica in materiali termoplastici***

I prodotti termoplastici utilizzati per la realizzazione della segnaletica orizzontale, dovranno essere sostituiti da aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti colorati e sostanze inerti, legate insieme da resine sintetiche termoplastiche nelle proporzioni circa di:

- aggregati 40%;
- microsfere di vetro inglobate e post spruzzate: 20%;
- legante (resine e plastificante): 20%;

Dette proporzioni da ritenersi valide per il prodotto spruzzato dovranno essere variate nel caso di posa con procedimenti di estrusione e colatura onde ottimizzare detto procedimento al fine di ottenere gli spessori appresso indicati e garantire la durata e l'efficienza richiesta.

Il peso specifico dei prodotti termoplastici sarà a 20° pari a circa 1,8 g/cm<sup>3</sup> per il prodotto spruzzato e pari a circa 2,40 g/cm<sup>3</sup> per il prodotto colato.

Gli spessori delle rispettive pellicole a lavoro ultimato saranno di norma:

- da 1 a 1,2 mm. nel caso di prodotto spruzzato;
- da 1,5 a 2 mm. nel caso di prodotto colato.

Oltre alle microsfere contenute premiscelate nel prodotto, sarà effettuata in entrambi i casi una operazione supplementare di perlatura sulla superficie ancora calda della striscia, in ragione di circa q/mq 300 di microsfere di vetro.

Le pigmentazioni saranno ottenute mediante l'impiego di biossido di titanio (colore bianco) oppure da cromato di piombo (colore giallo).

La colorazione dovrà essere stabilita alle temperature di impiego del prodotto e simile a quella già indicata per le pitture spartitraffico rifrangenti.

#### **Sistemi di applicazione**

Sono previsti due sistemi di applicazione dei prodotti termoplastici, in funzione degli spessori che si richiedono e del tipo di segnaletica che dovrà essere realizzata.

In particolare si prevede un'attrezzatura per la stesura a spruzzo del prodotto termoplastico fuso ed una per estrusione nel caso di stesura del prodotto che fuoriesce da un apposito crogiolo sotto forma di colato plastico.

Con il primo metodo, dovranno essere realizzate solo strisce longitudinali continue e discontinue (marginatori, assi continui e discontinui), con il secondo metodo potrà essere richiesta la realizzazione anche di righe di arresto, passaggi pedonali, tacchetti scritte e frecce direzionali.



Durante la applicazione dei prodotti, la Ditta appaltatrice dovrà osservare tutte le prescrizioni dettate dalla casa costruttrice dei materiali termoplastici (pulizia del fondo stradale, temperatura ambiente, umidità ecc.) al fine di durata richiesti dalla segnaletica realizzata.

#### **1.19.1.14 Materiali plastici a freddo**

I prodotti plastici a freddo utilizzati per la realizzazione della segnaletica orizzontale, dovranno essere sostituiti da aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti colorati e sostanze inerti, legate insieme da resine sintetiche nelle proporzioni circa di:

- - aggregati 27%;
- - microsfere di vetro inglobate e post spruzzate: 40%;
- - legante (resine e plastificante): 24%;
- - pigmenti : 9%

Il peso specifico dei prodotti plastici a freddo sarà a 20° pari a circa 1,65 g/cmc.

Gli spessori delle rispettive pellicole a lavoro ultimato saranno di norma: - da 1,2 a 1,5 mm.

Le pigmentazioni saranno ottenute mediante l'impiego di biossido di titanio (colore bianco) oppure da pigmenti organici (colore giallo).

La colorazione dovrà essere st le pitture spartitraffico rifrangenti.

bilita alle temperature di impiego del prodotto e simile a quella già indicata per

Durata: la ditta aggiudicataria dell'appalto dovrà realizzare la segnaletica con materiali plastici a freddo garantendo l'efficienza della medesima per un periodo di 36 mesi ,per q alsiasi tipo di pavimentazione su cui sar realizzata la segnaletica, purché non dissestata anche soggetta a traffico intenso e pesante.

#### **Sistemi di applicazione**

Sono previsti vari sistemi di applicazione dei prodotti plastici a freddo, in relazione al tipo di pavimentazione ed al tipo di segnaletica da realizzare: stesura a spatola, stesura con macchina traccialinee o macchina per estrusione; le garanzie dovranno comunque essere mantenute per qualsiasi metodologia di applicazione