

INDICE

CAPO II – SPECIFICHE TECNICHE

1.1. MOVIMENTI DI TERRE.....	1
1.1.1. FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI.....	8
1.1.2. FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA.....	9
1.1.3. FORMAZIONE DEI RILEVATI.....	10
1.2. FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE.....	12
1.2.1. CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DA IMPIEGARE	12
<u>NORMATIVA</u>.....	13
<u>Classificazione richiesta</u>.....	13
<i>Requisiti geometrici</i>	13
<i>Qualità dei fini</i>	13
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>	13
<i>Requisiti fisici</i>	14
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>	14
1.2.2. STUDI PRELIMINARI.....	14
1.2.3. MODALITA' ESECUTIVE	14
1.3. MISTO CEMENTATO	14
1.3.1. Descrizione.....	14
1.3.2. Caratteristiche dei materiali da impiegare	14
1.3.2.1. Inerti.....	15
<u>NORMATIVA</u>.....	16
<u>Classificazione richiesta</u>.....	16
<i>Requisiti geometrici</i>	16
<i>Qualità dei fini</i>	16
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>	16
<i>Requisiti fisici</i>	16
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>	16
1.3.2.2. Legante.....	16
1.3.2.3. Acqua	16
1.3.3. Premessa	16
1.3.4. Studi preliminari	17
1.3.5. Modalità esecutive.....	18

1.3.6. Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione.....	18
1.4. MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN SITO	20
1.4.1. Caratteristiche dei materiali	20
1.4.1.1 Materiali inerti.....	20
1.4.1.2 Legante.....	21
1.4.1.3 Acqua	21
1.4.2. Premessa	21
1.4.3. Studio della miscela in laboratorio	21
1.4.4. Requisiti di accettazione	22
1.4.5. limiti di accettazione e penalità	22
1.4.6. Modalità esecutive.....	23
2.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO PER STRATI DI BASE, DI COLLEGAMENTO E USURA.	25
2.1.1. Descrizione.....	25
2.1.2. Leganti Bituminosi di Base e Modificati	25
2.1.2.1. Leganti Bituminosi Semisolidi - Bitumi di Base	25
2.1.2.2. Leganti Bituminosi Semisolidi - Bitumi Modificati	26
2.1.3 Materiali Inerti.....	28
2.1.3.1 Aggregato grosso.....	29
2.1.3.2 Aggregato Fino	29
2.1.3.3. Additivi.....	29
<u>NORMATIVA</u>.....	29
<u>Classificazione richiesta</u>.....	29
<i>Requisiti geometrici</i>	29
<i>Requisiti fisici</i>	29
2.1.4. Emulsioni bituminose cationiche per mani di attacco	29
2.1.5. Mano di Attacco con Emulsione Bituminosa Elastomerica	30
2.1.6. Attivanti l'Adesione	31
2.1.7. Miscele.....	32
2.1.8. Strato di base.....	32
2.1.8.1. Aggregato Grosso - Strato di base.....	32
L'Aggregato grosso dovrà comunque soddisfare i requisiti riportati nella tabella riassuntiva sottostante.	32
2.1.8.2. Aggregato Fino – Strato di base.....	32
L'Aggregato fine dovrà comunque soddisfare i requisiti riportati nella tabella riassuntiva sottostante.	32

<u>NORMATIVA</u>	33
<u>Classificazione richiesta</u>	33
<i>Requisiti geometrici</i>	33
<i>Qualità dei fini</i>	33
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>	33
<i>Requisiti fisici</i>	33
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>	33
2.1.8.3. Additivi - Strato di base	34
<u>NORMATIVA</u>	34
<u>Classificazione richiesta</u>	34
<i>Requisiti geometrici</i>	34
<i>Requisiti fisici</i>	34
2.1.8.4. Bitume - Strato di base.....	34
2.1.9. Strato di collegamento	35
2.1.9.1. Aggregato Grosso - Strato di collegamento	35
2.1.9.2. Aggregato Fino - Strato di collegamento	35
<u>NORMATIVA</u>	35
<u>Classificazione richiesta</u>	35
<i>Requisiti geometrici</i>	35
<i>Qualità dei fini</i>	35
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>	35
<i>Requisiti fisici</i>	35
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>	36
2.1.9.3. Additivi - Strato di collegamento	36
<u>NORMATIVA</u>	36
<u>Classificazione richiesta</u>	36
<i>Requisiti geometrici</i>	36
<i>Requisiti fisici</i>	36
2.1.9.4. Bitume - Strato di collegamento.....	36
2.1.10. Strato di usura di spessore monostrato 4-5 cm	37
2.1.10.1. Aggregato Grosso - Strato di usura di spessore 4-5 cm monostrato.....	37
2.1.10.2. Aggregato Fino - Strato di usura di spessore 4-5 cm.....	37
<u>NORMATIVA</u>	38
<u>Classificazione richiesta</u>	38
<i>Requisiti geometrici</i>	38
<i>Qualità dei fini</i>	38
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>	38
<i>Requisiti fisici</i>	38
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>	38
2.1.10.3. Additivi - Strato di usura di spessore 4-5 cm	38
<u>NORMATIVA</u>	38
<u>Classificazione richiesta</u>	38

<i>Requisiti geometrici</i>	38
<i>Requisiti fisici</i>	39
2.1.10.4. Bitume - Strato di usura di spessore 4- 5 cm.....	39
2.1.11. Strato d'usura di spessore 3 cm	39
2.1.11.1. Aggregato Grosso - Strato di usura di spessore 3 cm.....	39
2.1.11.2. Aggregato Fino - Strato di usura di spessore 3 cm.....	40
<u>NORMATIVA</u>	40
<u>Classificazione richiesta</u>	40
<i>Requisiti geometrici</i>	40
<i>Qualità dei fini</i>	40
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>	40
<i>Requisiti fisici</i>	40
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>	41
2.1.11.3. Additivi - Strato di usura di spessore 3 cm.....	41
<u>NORMATIVA</u>	41
<u>Classificazione richiesta</u>	41
<i>Requisiti geometrici</i>	41
<i>Requisiti fisici</i>	41
2.1.11.4. Bitume - Strato di usura di spessore 3 cm.....	41
2.1.12. Controlli e Prove di Laboratorio	41
2.1.12.1. Premessa.....	41
2.1.13. Studio preliminare dell'Impasto	41
2.1.13.1. Determinazione della Percentuale di Bitume Richiesta dalla Miscela di Aggregati.....	42
2.1.14. Ottimizzazione della Formula di Impasto	42
2.1.15. Controlli in Corso D'Opera	43
2.1.15.1. Aggregato, Bitume e Conglomerato.....	43
a) Controllo della composizione dei conglomerati.....	44
2.1.16. Controlli Post - Stesa	45
2.1.16.1. Aderenza (Controllo da effettuarsi solo se ritenuto necessario dalla D.L.)	45
2.1.16.2. Regolarità (Controllo da effettuarsi solo se ritenuto necessario dalla D.L.).....	46
2.1.16.3. Spessore degli strati (Rilievo fondamentale).....	46
2.1.17. Modalità esecutive	47
2.1.18. Fresatura di Strati in Conglomerato Bituminoso con Idonee Attrezzature	49
2.1.19. Requisiti di Accettazione dei Conglomerati	49
2.1.19.1. Strato di base.....	50
2.1.19.2. Strato di collegamento.....	50
2.1.19.3. Strato di usura	51
2.1.20. Penalità e Limiti di Accettazione	51
2.1.20.1. Aderenza	52
2.1.20.2. Regolarità	52
2.1.20.3. Spessore degli strati.....	52
2.1.20.4. Dosaggio di Bitume.....	53
2.1.20.5. Aggregati.....	53

2.1.20.6. Conglomerato bituminoso	54
SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI BASE	56
SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI COLLEGAMENTO.....	57
SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI USURA (3 CM DI SPESSORE).....	59
2.2. MICROTAPPETO AD ELEVATA RUGOSITA' SUPERFICIALE TIPO "B"	54
2.2.1. Descrizione.....	54
2.2.2. Legante Bituminoso Modificato.....	55
2.2.3. Aggregato Grosso.....	56
2.2.4. Aggregato Fino	56
NORMATIVA	57
<u>Classificazione richiesta</u>.....	57
<i>Requisiti geometrici</i>	62
<i>Qualità dei fini</i>	62
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>	62
<i>Requisiti fisici</i>	62
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>	62
2.2.5. Additivi.....	62
<u>NORMATIVA</u>.....	62
<u>Classificazione richiesta</u>.....	62
<i>Requisiti geometrici</i>	62
<i>Requisiti fisici</i>	62
2.2.6. Miscela.....	62
2.2.7. Fibre Minerali (Utilizzate solo se prescritto dalla d.l.)	63
2.2.8. Studio preliminare dell'Impasto	64
2.2.8.1. Determinazione della Percentuale di Bitume Richiesta dalla Miscela di Aggregati.....	65
2.2.9. Ottimizzazione della Formula di Impasto	65
2.2.10. Controlli in Corso D'Opera.....	66
2.2.10.1. Aggregato, Bitume e Conglomerato	66
2.2.11. Controlli Post-Stesa.....	68
2.2.11.1. Aderenza (Da effettuare solo se ritenuta necessaria della D.L.).....	68
2.2.11.2. Regolarità (Da effettuare solo se ritenuta necessaria dalla D.L.)	69
2.2.11.3. Permeabilità	69
2.2.11.4. Spessore degli strati.....	69

2.2.12. Modalità esecutive.....	70
2.2.13. Requisiti di Accettazione dei Conglomerati.....	71
2.2.14. Penalità e Limiti di Accettazione	72
2.2.14.1. Aderenza	73
2.2.14.2. Regolarità.....	73
2.2.14.3. Spessore degli strati.....	73
2.2.14.4. Dosaggio di Bitume.....	74
2.2.14.5. Aggregati.....	74
2.2.14.6. Conglomerato bituminoso	74

SCHEDA SCHEMATICA PER MICROTAPPETI AD ELEVATA RUGOSITA’ SUPERFICIALE TIPO B.....	76
2.3 Ottimizzazione della Formula di Impasto mediante pressa GIRATORIA	78

2.4 CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO SPLITTMASTIX.....72

2.4.1 Descrizione.....	72
2.4.2 Legante Bituminoso Modificato.....	73
2.4.3 Aggregato Grosso.....	73
2.4.4 Aggregato Fino.....	74

NORMATIVA.....74

<u>Classificazione richiesta.....74</u>	74
<i>Requisiti geometrici.....</i>	<i>74</i>
<i>Qualità dei fini.....</i>	<i>74</i>
<i>Forma dell’aggregato grosso.....</i>	<i>74</i>
<i>Requisiti fisici.....</i>	<i>74</i>
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d’acqua.....</i>	<i>75</i>

2.4.5 Additivi.....75

NORMATIVA.....75

<u>Classificazione richiesta.....75</u>	75
<i>Requisiti geometrici.....</i>	<i>75</i>
<i>Requisiti fisici.....</i>	<i>75</i>

2.4.6 Miscele.....75

2.4.7 Fibre minerali (Utilizzate solo se prescritto dalla d.l.).....76

2.4.8 Studio preliminare dell’impasto.....77

2.4.8.1 Determinazione della Percentuale di Bitume Richiesta dalla Miscela di Aggregati.....78

2.4.9 Ottimizzazione della Formula di Impasto.....78

2.4.10 Controllo in Corso d’Opera.....79	79
2.4.10.1. Aggregato, Bitume e Conglomerato.....	79

2.4.11 Controllo Post-Stesa.....81

2.4.11.1. Aderenza (Da effettuare solo se ritenuta necessaria della D.L.).....	81
2.4.11.2. Regolarità (Da effettuare solo se ritenuta necessaria della D.L.).....	82
2.4.11.3. Permeabilità.....	82
2.4.11.4. Spessore degli strati.....	82
2.4.12 Modalità esecutive.....	83
2.4.13 Requisiti di Accettazione dei Conglomerati.....	84
2.4.14. Penalità e Limiti di Accettazione	85
2.4.14.1. Aderenza	86
2.4.14.2. Regolarità.....	86
2.4.14.3. Spessore degli strati.....	86
2.4.14.4. Dosaggio di Bitume.....	87
2.4.14.5. Aggregati.....	87
2.4.14.6. Conglomerato bituminoso.....	87
SCHEDA SCHEMATICA PER SPLITTMASTIX	89
2.5 STRATO D'USURA PRESTAZIONALE ADDITIVATO CON POLIMERI SBR/NR.....	91
2.5.1.1 Aggregato Grosso.....	91
2.5.1.2 Aggregato Fino.....	91
2.5.1.3 Additivi minerali.....	92
2.5.1.4 Additivi polimerici.....	92
2.5.1.5 Fibre Sintetiche.....	92
2.5.1.6 Bitume.....	92
2.5.1.7 Requisiti di accettazione.....	92
2.5.2 Controlli e Prove di Laboratorio.....	92
SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI USURA PRESTAZIONALE ADDITIVATO CON POLIMERI SBR/NR.....	93
2.6 PRESCRIZIONI PER GLI IMPIANTI DI PRODUZIONE.....	94

CAPO III – NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

Art. III.1 – Norme generali

Art. III.2 – Sovrastruttura stradale (massicciata)

Art. III.3 – Conglomerati bituminosi

1.1. MOVIMENTI DI TERRE

1.1.1. FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DEI RILEVATI

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A₁, A₂, A₃ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A₁ e A₃.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Impresa a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_E determinato con piastra da 30 cm di diametro (CNR BU n.146). Il valore di M_D (1) misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm², non dovrà essere inferiore a 15 N/mm².

1.1.2. FORMAZIONE DEI PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

1) quando il terreno appartiene ai gruppi A₁, A₂, A₃ (classifica C.N.R. -U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;

2) quando il terreno appartiene ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇, A₈ (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di compressibilità M_D il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

$$(1) M_E = f_0 * \frac{\Delta p}{\Delta s} * D \text{ (N/mm}^2\text{)}.$$

Dove:

f_0 = fattore di forma della ripartizione del costipamento; per le piastre circolari = 1;

Δp = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm²

D = diametro della piastra in mm;

Δs = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a p;
p = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm².

1.1.3. FORMAZIONE DEI RILEVATI

1. - I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

2. - Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A₁, A₂, A₃ della classifica C.N.R. -U.N.I. 10006/1963, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A₁, A₂₄, A₂₅, A₃ se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A₁, A₂₄, A₂₅, A₃ da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A₄ provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione. Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

3. - Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

4. - I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

5. - Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.

6. - Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

7. - Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

8. - E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso Laboratori ufficiali o Accreditati ma sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava,

l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

9. - Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari ditali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

10. - Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di deformazione M_D definito dalle Norma CNR BU n.146, il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 50 N/mm².

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A₁, A₂, A₃ un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A₁, A₂, A₃ e costipati con energia dinamica di impatto.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 ÷ 50 Kg per m³

di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m 2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

11. - Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

12. - L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

13. - Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.

Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

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

15 - Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A₆, A₇. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

16. - In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli «geotessili» in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. Le caratteristiche ditale telo saranno conformi a quelle di cui al punto y) dell'art. «Qualità e provenienza dei materiali» tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

1.2. FONDAZIONE STRADALE IN MISTO GRANULARE

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0.4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere materiale: reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portanza del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

1.2.1. CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DA IMPIEGARE

- Il materiale, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti: l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 80 mm, ne forma appiattita, allungata o lenticolare;

- granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie setacci UNI EN 933-1	Miscela passante % in peso
Setaccio 80	100
Setaccio 40	75 – 100
Setaccio 31.5	68 – 92
Setaccio 12.5	38 – 70
Setaccio 6.3	27 – 58
Setaccio 2	15 – 40
Setaccio 0.5	8 – 24
Setaccio 0.063	2 – 10

- il materiale non dovrà essere plastico (UNI 10014)
- indice di portanza CBR, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di +2% rispetto all'umidità ottima di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 3bis), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

L'accettazione dei materiali costituenti sarà effettuata in base alla Norma UNI EN 13242 (testo) che regola anche la marcatura CE dei materiali utilizzati per sottofondi stradali.

Tale Norma non prevede limiti di accettabilità. I limiti sono stati fissati dall'Ente Committente in base alle prestazioni di progetto individuate.

Tutte le caratteristiche dei materiali sono contenute nella scheda dell'ALLEGATO 1.2.1

ALLEGATO 1.2.1

	<u>Normativa</u>	<u>Classificazione richiesta</u>
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _C 85/15 (aggregato grosso) G _F 85 (aggregato fine) G _A 85 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	F _{0,5} (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₇₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SL ₂₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FL ₂₀

Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{90/1}
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	E _{Cs30}
<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₃₀
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE25}
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄₁
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

1.2.2. STUDI PRELIMINARI

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

1.2.3. MODALITA' ESECUTIVE

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

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

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata ed un modulo di deformazione secondo CNR BU n. 146, nell'intervallo di pressione compreso tra 0.15 N/mm² e 0.25 N/mm², non inferiore a 80 N/mm².

1.3. MISTO CEMENTATO

1.3.1. DESCRIZIONE

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. 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.

1.3.2. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

1.3.2.1. Inerti

Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,063 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare ;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie setacci EN 933-1	Miscela passante % tot . in peso
Setaccio 40	100
Setaccio 31.5	82 ÷ 100
Setaccio 20	60 ÷ 80
Setaccio 12.5	44 ÷ 62
Setaccio 6.3	30 ÷ 44
Setaccio 2	18 ÷ 30
Setaccio 1	13 ÷ 25
Setaccio 0,5	8 ÷ 20
Setaccio 0,25	6 ÷ 16
Setaccio 0,063	4 ÷ 10

- 3) il materiale non dovrà essere plastico (UNI 10014)

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 % fino al passante al crivello 5 e di ± 2 % per il passante al setaccio 2 e inferiori.

L'accettazione dei materiali costituenti sarà effettuata in base alla Norma UNI EN 13242 (testo) che regola anche la marcatura CE dei materiali utilizzati per sottofondi stradali.

Tale Norma non prevede limiti di accettabilità. I limiti sono stati fissati dall'Ente Committente in base alle prestazioni di progetto individuate.

Tutte le caratteristiche dei materiali sono contenute nella scheda dell'ALLEGATO 1.3.2.1

ALLEGATO 1.3.2.1

	<u>Normativa</u>	<u>Classificazione richiesta</u>
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _C 85/15 (aggregato grosso) G _F 85 (aggregato fine) G _A 85 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	F _{0,5} (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₇₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SL ₂₀
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FL ₂₀
<i>Requisiti fisici</i>		
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{90/1}
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	EC _S 30
<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₃₀
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE} 25
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 1
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

1.3.2.2. Legante

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

1.3.2.3. Acqua

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

1.3.3. PREMESSA

Sono sempre ad esclusivo carico dell'Impresa tutte le prove di laboratorio per l'accettazione dei materiali, per lo studio delle miscele, per i controlli alla produzione, durante la stesa e successivi alla stesa eseguite da Laboratorio Fiduciario Accreditato dotato di laboratorio mobile.

Entro dieci giorni dalla data dell'affidamento dei lavori l'Impresa dovrà comunicare alla D.L., che si riserva d'approvarlo, il nominativo del Laboratorio Ufficiale scelto per l'esecuzione della prove .

L'importo di tali oneri può essere, a titolo puramente indicativo, stimato fra il 2% e il 5% dell'ammontare lordo dell'appalto.

Di questo onere si è tenuto conto durante la determinazione di tutti i prezzi unitari applicati nell'appalto.

1.3.4. STUDI PRELIMINARI

La percentuale esatta del cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei 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 rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente 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 AASHO T 180 e 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento 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 (umidità relativa non inferiore al 90 % e temperatura di circa 20° C): in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto con impiego di percentuale 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 di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4.5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliana" non inferiore a 0.25 N/mm².

Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$ altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo. Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

1.3.5. MODALITÀ ESECUTIVE

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, ed il controllo della stessa dovrà, essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

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 vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale. usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0 ° C o superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15° C ÷ 18° C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque é opportuno, anche per temperature inferiori alla media che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 - 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto ; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1÷2 Kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spandimento di sabbia.

1.3.6. NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI E DI ACCETTAZIONE

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto.

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15÷20 giorni di stagionatura); su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice, la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105° ÷ 110° C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela che per i prelievi effettuati alla stesa non dovrà eccedere le tolleranze indicate nel presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati 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 dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m³ di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stesa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre ± 20% e comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm² per la compressione e 0,25 N/mm² per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla 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.

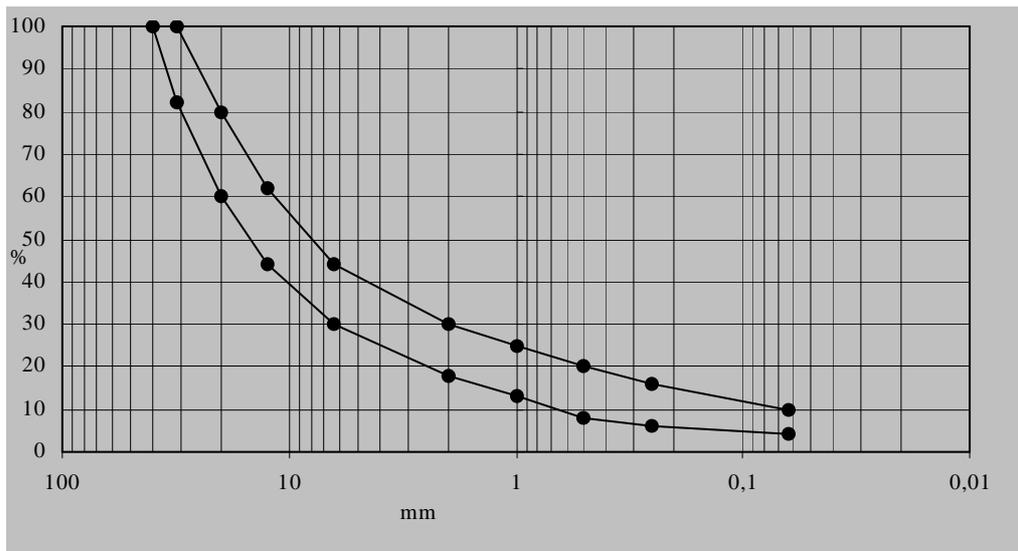
MISTO CEMENTATO

MISCELA IN LABORATORIO

Resistenza a compressione a 7 gg. (N/mm ²)	$2,5 \leq \sigma_c \leq 4,5$
Resistenza a trazione a 7 gg. (Prova Brasiliana) (N/mm ²)	$\sigma_T \geq 0,25$

MISCELA IN SITO

Densità in sito	$\geq 97 \% \sigma_{D \max}$
Resistenza a compressione a 7 gg. (N/mm ²)	$\sigma_c \geq 2,5$
Resistenza a trazione a 7 gg. (Prova Brasiliana) (N/mm ²)	$\sigma_T \geq 0,25$
σ_{\max}	$\pm 20 \%$



1.4. MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN SITO

Il misto cementato per fondazione con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di inerti costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonee stabilizzatrici (tipo Wirtgen WR 2500 o similari) dopo aggiunta di cemento ed acqua, per uno spessore complessivo di 20 cm.

Altri spessori potranno essere richiesti purchè non inferiori a 20 cm e non superiori a 30 cm.

1.4.1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.4.1.1 Materiali inerti

Nel caso di impiego della preesistente fondazione in misto granulare, occorrerà verificare l'assenza di sostanze plastiche (limi, argille) e la rispondenza alle prescrizioni granulometriche indicate nel fuso seguente:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante % totale in peso
crivello	80	100
"	40	75 – 100
"	31.5	68 – 92
"	12.5	38 – 70
"	6.3	27 – 58
"	2	15 – 40
"	0.5	8 – 24
"	0.063	2 – 10

Qualora le caratteristiche del misto non rispondessero a tali indicazioni la D.L. potrà permetterne la correzione mediante aggiunta di inerti di dimensioni e caratteristiche tali da riportare la curva granulometrica nel fuso richiesto.

L'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 6 e comunque il prodotto finale dovrà avere le caratteristiche a compressione e a trazione a 7 giorni di seguito prescritte.

1.4.1.2 .Legante

Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 4.5% sul peso degli inerti asciutti.

1.4.1.3 .Acqua

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

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi. Nel caso di lavori durante la stagione calda sarà opportuno procedere alla miscelazione con eccesso di acqua ed eventualmente riumidificare il misto miscelato, prima della rullatura.

1.4.2. PREMESSA

Sono sempre ad esclusivo carico dell'Impresa tutte le prove di laboratorio per l'accettazione dei materiali, per lo studio delle miscele, per i controlli alla produzione, durante la stesa e successivi alla stesa eseguite da Laboratorio Fiduciario Accreditato dotato di laboratorio mobile.

Entro dieci giorni dalla data dell'affidamento dei lavori l'Impresa dovrà comunicare alla D.L., che si riserva d'approvarlo, il nominativo del Laboratorio Ufficiale scelto per l'esecuzione della prove .

L'importo di tali oneri può essere, a titolo puramente indicativo, stimato fra il 2% e il 5% dell'ammontare lordo dell'appalto.

Di questo onere si è tenuto conto durante la determinazione di tutti i prezzi unitari applicati nell'appalto.

1.4.3. STUDIO DELLA MISCELA IN LABORATORIO

La percentuale esatta del cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle seguenti prove di laboratorio .

Prelievi (1 ogni 500m) nei tratti interessati dai lavori di materiale sciolto, fresato in sito determinando in laboratorio la curva granulometrica del misto stabilizzato da trattare.

Determinazione dell'umidità ottima di costipamento e relativa densità massima secca della miscela di progetto mediante studio Proctor modificato (C.N.R. B.U. 69/78). La miscela granulometrica sottoposta a prova Proctor dovrà contenere una percentuale di cemento pari all'incirca della metà di quella ottima.

Per la determinazione della quantità di cemento ottimale verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione, all'umidità ottima Proctor, sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78

cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei 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 rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78. 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 per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento 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 (umidità relativa non inferiore al 90 % e temperatura di circa 20° C): in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiori a 4.5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiore a 0.25 N/mm².

Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$ altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo. Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

1.4.4. REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Su campioni di materiale prelevati subito dopo il passaggio dei mezzi che hanno effettuato la miscelazione, verranno confezionati provini come descritto nell'articolo precedente, con le modalità previste nel medesimo articolo, verranno sottoposti alle prove di rottura a compressione e a trazione indiretta.

Si dovranno ottenere i seguenti valori:

- Nella prova di rottura a compressione non inferiori a 2,5 N/mm² e non superiori a 4,5 N/mm² ; per particolari casi sarà facoltà della D.L. accettare valori sino a 7,5 N/mm².
- Nella prova di rottura a trazione indiretta resistenze non inferiori a 0.25 N/mm².

1.4.5. LIMITI DI ACCETTAZIONE E PENALITÀ

Verranno ritenute inaccettabili miscele che presentano valori della resistenza a compressione inferiori a 2,0 N/mm² e superiori a 10 N/mm² e valori inferiori a 0,15 N/mm² nella prova di rottura a trazione indiretta.

Pertanto tali misti cementati essere rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a cura e onere dell'Impresa .

Per valori di resistenza alla compressione compresi fra 2,0 e 2,5 N/mm² (limite inferiore) e 7,5 e 10 N/mm² (limite superiore) e per valori della resistenza alla trazione compresi fra 0,15 e 0,25 N/mm² il misto verrà penalizzato nella seguente maniera:

- per la resistenza alla compressione, per ogni N/mm² di scostamento una riduzione del 2% sul prezzo unitario;
- per la resistenza alla trazione, per ogni N/mm o frazione di N/mm un a una riduzione del 2% sul prezzo unitario;

1.4.6. MODALITÀ ESECUTIVE

La demolizione degli strati legati a bitume dovrà interessare la carreggiata per una larghezza che sarà di volta in volta indicata dalla D.L.

Nel caso di fondazioni molto compromesse per la presenza di sostanze argillose o altro si procederà, dietro preciso ordine della D.L. alla loro demolizione ed asportazione.

La ricostruzione dello strato di fondazione sarà effettuata in questo caso mediante la posa in opera uno strato di misto cementato confezionato in centrale secondo disposizioni della D.L.

Nel caso di materiale da cementare ritenuto idoneo, il cemento verrà distribuito, nelle quantità stabilite, in modo uniforme in tutta la superficie mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, occorre interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare subito la sua miscelazione con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale d'umidità presente nel materiale da trattare e dalle condizioni ambientali, sarà realizzata con idonea attrezzatura approvata dalla D.L. in grado di rimuovere e mescolare uniformemente uno spessore minimo di 20 cm.

La miscelazione dovrà interessare tutta la superficie in modo uniforme comprese le fasce adiacenti alle pareti verticali dello scavo. La miscelazione non dovrà mai essere eseguita in condizioni ambientali e atmosferiche avverse quali: pioggia o temperatura ambiente non comprese tra 5° C e 35° C.

Le condizioni ambientali ottimali si verificano con temperature intorno a 18° C e con tasso di umidità di circa il 50% con temperature superiori l'umidità dovrà risultare anch'essa crescente.

Con temperature inferiori il tasso di umidità non dovrà essere inferiore al 15%.

Completata l'operazione di miscelazione si dovrà provvedere al regolare ripristino dei piani livellando il materiale con idonea attrezzatura secondo le quote e le disposizioni della D.L.. Il materiale dovrà presentare in ogni suo punto uniformità granulometrica e giusto dosaggio di cemento.

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto e dovrà essere eseguita con idonei mezzi (rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota, rullo ad una ruota vibrante da 18 t, rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t) .

Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Le operazioni di costipamento dovranno essere eseguite immediatamente dopo le operazioni di miscelazione e di risagomatura; dovranno comunque essere ultimate entro tre ore dalla stesa del cemento.

L'addensamento dello strato che potrà essere preceduto, a discrezione della D.L., da eventuale ulteriore umidificazione.

La superficie finita non dovrà discostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di regolo di m. 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali e tale scostamento non potrà che essere saltuario.

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere e ricostituire a sua cura e spese lo strato per il suo spessore.

2.1. CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO PER STRATI DI BASE, DI COLLEGAMENTO E USURA.

2.1.1. DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al paragrafo successivo di seguito denominato “Bitume” in impianti automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, collegamento, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato.

2.1.2. LEGANTI BITUMINOSI DI BASE E MODIFICATI

2.1.2.1. Leganti Bituminosi Semisolidi - Bitumi di Base

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da bitumi di base e bitumi modificati.

I bitumi di base sono bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella successiva tabella impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati “A” e “B”. I bitumi di base non rientranti nelle specifiche richieste per i leganti “A” e “B” potranno essere accettati dopo additivazione con attivanti chimici funzionali al fine di riportarne le caratteristiche entro i limiti di accettazione senza aggravio di costo per la Committente.

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo “A” salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume “B” sempre su preventiva approvazione della D. L., e ciò in funzione delle condizioni climatiche e ambientali.

Tab. 2.1.2.1.		Bitume A	Bitume B
Caratteristiche	Unità	Valore	Valore
Penetrazione a 25°C, 100g, 5s UNI EN 1426	0,1 mm	50-70	70-100
Punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	47-54	44-49
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraas), min. UNI EN 12593	°C	-5	-7
Duttilità a 25°C, min.	cm	--	--
Solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) a T=163°C, max.	%	± 0,2	± 0,5
Contenuto in paraffina, max. UNI EN 12606-1÷2	%	2,5	2,5
Viscosità dinamica a T=60°C, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	100-200	80-190
Viscosità dinamica a T=160°C, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	0,15-0,25	0,05-0,20
Valori dopo Rolling Thin Film Oven Test (RTOFT)			
Viscosità dinamica a T=60°C, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	< 800	< 700
Penetrazione residua a 25°C, 100g, 5 s. UNI EN 1426	0,1 mm	> 20	> 30
Duttilità a 25° C, minima	cm	50	70

2.1.2.2. Leganti Bituminosi Semisolidi - Bitumi Modificati

I bitumi di base di tipo “B” potranno essere modificati in raffineria, mediante l’aggiunta di polimeri:

- in percentuale compresa fra il 3% e il 5%, per le miscele di tipo “soft”;
 - in percentuale compresa fra il 5% e il 6%, per le miscele di tipo “hard ” ;
- aventi le caratteristiche riportate nelle tabelle successive .

TABELLA 2.1.2.2. BITUMI CON MODIFICA “SOFT” ; BITUME “C” (Bitumi di base + 3 – 5% polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica : EVA, EPDM, EMA, SBS)

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione a 25°C, 100g, 5s UNI EN 1426	0,1 mm	50-70
Densità 25° C	g/cmc	1.0 – 1.04
Punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	55-70
Indice di penetrazione		-1 / +3
Punto di rottura (Fraas), min. UNI EN 12593	°C	-10
Duttilità a 25°C, min.	cm	--
Solubilità in solventi organici, min. UNI EN 12592	%	99
Contenuto in paraffina, max. UNI EN 12606-1÷2	%	2,5
Ritorno elastico a 25° C	%	≥ 65
Sensibilità allo stoccaggio a caldo	°C	≤ 3
Viscosità dinamica a T=80°C, gradiente di velocità= 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	100-200
Viscosità dinamica a T=160°C, gradiente di velocità= 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	>0.3
Valori dopo Rolling Thin Film Oven Test (RTOFT)		
Viscosità dinamica a T=80°C, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	≥ 800
Penetrazione residua a 25°C, 100g, 5 s. UNI EN 1426	0,1 mm	≥ 40
Variazione del punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	≤ 8

TABELLA 2.1.2.3. BITUMI CON MODIFICA “HARD” ; BITUME “D” (Bitumi di base + 5 – 6% polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica : EVA, EPDM, EMA, SBS)

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione a 25°C, 100g, 5s 5s UNI EN 1426	0,1 mm	50-70
Punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	≥ 65
Indice di penetrazione		≥ +2
Punto di rottura (Fraas), min. UNI EN 12593	°C	-16
Duttilità a 25°C, min.	cm	--
Ritorno elastico a 25° C	%	≥ 75
Sensibilità allo stoccaggio a caldo	°C	≤ 3
Viscosità dinamica a T=80°C, gradiente di velocità= 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	100-200
Viscosità dinamica a T=160°C, gradiente di velocità= 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	>0.4
Valori dopo Rolling Thin Film Oven Test (RTOFT)		
Viscosità dinamica a T= 160°C, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	0,2-0,6
Penetrazione residua a 25°C, 100g, 5 s. UNI EN 1426	%	≥ 70
Variazione del punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	≤ +8

Con riferimento alle indicazioni precedenti conglomerati di base, collegamento e usura potranno essere realizzati con bitumi di base di tipo “A”, “B” oppure con bitumi modificati di tipo “C”, “D”.

2.1.3 MATERIALI INERTI

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei. Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati fini ed eventuali additivi (filler).

L'accettazione dei materiali costituenti sarà effettuata in base alla Norma UNI EN 13043(testo) che regola anche la marcatura CE degli aggregati utilizzati nei conglomerati bituminosi.

Tale Norma non prevede limiti di accettabilità. I limiti sono stati fissati dall'Ente Committente in base alle prestazioni di progetto individuate.

2.1.3.1 AGGREGATO GROSSO

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purchè alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai requisiti richiesti:

2.1.3.2 AGGREGATO FINO

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, che si intendono raggiungere e comunque non dovrà essere inferiore al 70 % della miscela delle sabbie.

2.1.3.3. ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

<u>Requisiti per aggregato filler</u>	<u>Normativa</u>	<u>Classificazione richiesta</u>	
<i>Requisiti geometrici</i>			
Granulometria	UNI-EN 933-1	Setaccio (mm)	% Passante
		2	100
		0.125	85÷100
		0.063	70÷100
<i>Requisiti fisici</i>			
Massa volumica	UNI EN 1097-7	NR	
Anello e palla	UNI-EN 13179-1	<input type="checkbox"/> R&B8/16	

- l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

2.1.4. EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE PER MANI DI ATTACCO

I requisiti di accettazione ed i relativi metodi di prova delle emulsioni bituminose impiegate come mano d'attacco, devono essere conformi alle prescrizioni contenute nelle norme CNR n. 99 del 29/05/1984; n. 100 del 31 maggio 1984; n. 101 del 16/07/1984; n. 102 del 23/07/1984; n. 103 del 31 luglio 1984, n. 124 del 5/2/1988.

LEGANTE	a rapida rottura	a media rottura
Caratteristiche	Unità	Valore
Contenuto di bitume (residuo di distillazione min.)	60% in peso	60% in peso
Viscosità Engler a 20°C	6/18 °E	6/18 °E

Carica delle particelle	positiva	positiva
Penetrazione a 25 °C, 100 g, 5s	≤ 200 dmm	≤ 200 dmm
Punto di rammollimento (1) °C	> 42 °C	>42°C

Prima della stesa del conglomerato dovrà essere applicata una mano di ancoraggio costituita da emulsione acida (cationica) al 60% di bitume a rottura rapida, dosata in ragione di 0,6 kg/m²: l'emulsione dovrà essere stesa in un velo perfettamente uniforme e continuo, garantendo la completa rottura dell'emulsione e l'evaporazione dell'acqua prima della stesa del conglomerato.

2.1.5. MANO DI ATTACCO CON EMULSIONE BITUMINOSA ELASTOMERICA

La mano di ancoraggio dovrà essere realizzata mediante spruzzatura di emulsione bituminosa elastomerizzata, che assicura elevate proprietà di adesione, coesione ed ancoraggio – spruzzata in ragione di almeno 1000 g/m² (1200 g/m² su superfici fresate o comunque a macro-rugosità grossa o molto grossa).

Il piano di posa dovrà essere continuo e regolare, senza alcuna interruzione al deflusso superficiale.

La segnaletica andrà rimossa mediante bocciardatura leggera e non con fresature che solcando il piano di appoggio, determinano un ristagno di acqua sotto il tappeto.

L'emulsione bituminosa elastomerizzata è caratterizzata da temperature di stoccaggio e di applicazione pari rispettivamente a 50 – 55 e 55 – 60 °C; quest'ultima e il bitume componente devono soddisfare i requisiti riportati nelle tabelle seguenti.

EMULSIONE BITUMINOSA ELASTOMERICA PER MANI DI ATTACCO

Caratteristiche	Unità	Valore
Contenuto in acqua max. secondo Norme CNR 101/84	%	> 30
Contenuto legante minimo	%	≥ 70
Contenuto bitume + polimero residuo della distillazione secondo Norme CNR 100/84	%	≥ 67
Contenuto di flussante max.	%	3
Demulsività ASTM D 244/72	%	70 – 100
Omogeneità trattenuto al setaccio n. 20 ASTM D 224/72 max.		0,2
Sedimentazione a 5 giorni max	%	5

BITUME MODIFICATO (% di modificante*) = 4 – 6%) PER EMULSIONE BITUMINOSA

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione residuo bituminoso secondo CNR 24/71 a 25 ° C, 100 g, 5 s	0,1 mm	50-70
Punto di rammollimento secondo CNR 35/73	°C	> 65
Viscosità Engler a 20°C secondo Norme CNR 102/84	°E	> 20 °
Punto di rottura Frass secondo CNR 43/72, min	°C	> 18
Viscosità dinamica a T 80°	Pa · s	100-260

(*) Si intendono polimeri di natura elastomerica e/o plastomerica (SBS-R, LPDE, EVA,EMA)

Per la campionatura delle emulsioni bituminose si segue il metodo CNR BU 98/1984.

Per l'approvvigionamento dell'emulsione bituminosa elastomerizzata deve essere presentata una scheda tecnica attestante le caratteristiche corrispondenti ai requisiti di accettazione sopra indicati.

2.1.6. ATTIVANTI L'ADESIONE

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume - aggregato (agenti tensioattivi di adesività)

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 0,3% ed il 0,6% rispetto al peso del bitume. I dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della D.L.

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

2.1.7. MISCELE

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati con andamento uniforme e concorde e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

L'analisi granulometrica deve essere eseguita conformemente alle prescrizioni contenute nelle norme UNI EN 933-1.

2.1.8. STRATO DI BASE

2.1.8.1. Aggregato Grosso - Strato di base

Nella miscela di questo strato la D.L. potrà autorizzare l'uso di inerti non frantumati in una percentuale massima del 20% in peso.

L'Aggregato grosso dovrà comunque soddisfare i requisiti riportati nella tabella riassuntiva sottostante.

2.1.8.2. Aggregato Fino – Strato di base

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall, e comunque che si intendono raggiungere non dovrà essere inferiore al 70 % della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-8) dovrà essere superiore od uguale a 80. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 55 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 43.

L'Aggregato fine dovrà comunque soddisfare i requisiti riportati nella tabella riassuntiva sottostante.

Requisiti per aggregato grosso e aggregato fine	Normativa	Classificazione richiesta
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _C 90/15 (aggregato grosso) G _F 85 (aggregato fine) G _A 90 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	f ₁ (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₈₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI ₁₅
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₂₀
<i>Requisiti fisici</i>		
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{50/10}
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	E _{CS} NR
<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₂₅
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-8	PSV ₄₃
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE} 20
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 1
<i>Resistenza al gelo-disgelo</i>		
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % tot. in peso
Setaccio 40	100
Setaccio 31.5	90 ÷ 100
Setaccio 20	62 ÷ 82
Setaccio 12.5	44 ÷ 64
Setaccio 6.3	30 ÷ 52
Setaccio 2	20 ÷ 38
Setaccio 1	14 ÷ 30
Setaccio 0,5	9 ÷ 22
Setaccio 0,25	6 ÷ 16
Setaccio 0,063	4 ÷ 8

2.1.8.3. Additivi - Strato di base

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

<u>Requisiti per aggregato filler</u>	<u>Normativa</u>	<u>Classificazione richiesta</u>	
<i>Requisiti geometrici</i>			
Granulometria	UNI-EN 933-1	Setaccio (mm)	% Passante
		2	100
		0.125	85÷100
		0.063	70÷100
<i>Requisiti fisici</i>			
Massa volumica	UNI EN 1097-7	NR	
Anello e palla	UNI-EN 13179-1	□ _{R&B} 8/16	

- l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (UNI 10014).

2.1.8.4. Bitume - Strato di base

Bitume 3,5 % - 4,5 % dei tipi "A" "B" "C" descritti nei paragrafi precedenti (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39).

2.1.9. STRATO DI COLLEGAMENTO

2.1.9.1. Aggregato Grosso - Strato di collegamento

Per questo strato potranno essere impiegate graniglie ricavate dalla frantumazione delle ghiaie, con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) inferiore od uguale al 25%.

La quantità del frantumato dovrà essere del 100%.

L'Aggregato grosso dovrà comunque soddisfare i requisiti riportati nella tabella riassuntiva sottostante.

2.1.9.2. Aggregato Fino - Strato di collegamento

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall che si intendono raggiungere comunque non dovrà essere inferiore al 70 % della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-8) dovrà essere ≥ 80 . Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 55 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 43.

L'Aggregato fino dovrà comunque soddisfare i requisiti riportati nella tabella riassuntiva sottostante.

Requisiti per aggregato grosso e aggregato fine	Normativa	Classificazione richiesta
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _c 90/15 (aggregato grosso) G _F 85 (aggregato fine) G _A 90 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	f ₁ (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₆₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI ₁₅
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₂₀
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{100/0}
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	E _{Cs} 30
<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₂₅
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-8	PSV ₄₃
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE} 20

<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 1
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

Serie setacci UNI EN 933-1	Miscela passante % tot . in peso
Setaccio 31.5	100
Setaccio 20	85 ÷ 100
Setaccio 12.5	60 ÷ 92
Setaccio 6.3	35 ÷ 68
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 1	14 ÷ 36
Setaccio 0,5	8 ÷ 28
Setaccio 0,25	6 ÷ 20
Setaccio 0,063	4 ÷ 8

2.1.9.3. Additivi - Strato di collegamento

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Requisiti per aggregato filler	Normativa	Classificazione richiesta	
<i>Requisiti geometrici</i>			
Granulometria	UNI-EN 933-1	Setaccio (mm)	% Passante
		2	100
		0.125	85÷100
		0.063	70÷100
<i>Requisiti fisici</i>			
Massa volumica	UNI EN 1097-7	NR	
Anello e palla	UNI-EN 13179-1	□ _{R&B} 8/16	

- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

2.1.9.4. Bitume - Strato di collegamento

Bitume 4,0 % - 5,5 % dei tipi "A" "B" "C" descritti nei paragrafi precedenti (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39).

2.1.10. STRATO DI USURA DI SPESSORE MONOSTRATO 4-5 CM

2.1.10.1. Aggregato Grosso - Strato di usura di spessore 4-5 cm monostrato

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) inferiore od uguale al 20% in peso.

La quantità di frantumato dovrà essere del 100%.

Il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) dovrà essere maggiore di 42. (UNI EN 1097-8).

Lo spogliamento in acqua a 40 ° C (con eventuale impiego di “dopes” di adesione) dovrà essere 0% (UNI EN 12697-11).

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale dovrà contenere nella frazione più grossa inerti di natura pregiata.

E' facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato nel conglomerato finito inconvenienti (rapidi decadimenti di CAT scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità col bitume ed altro) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

La Committente potrà autorizzare l'uso di materiali lapidei di scarse caratteristiche di rugosità superficiale a condizione di una loro integrazione con “inerti porosi naturali od artificiali (materiale poroso naturale - vesuviano o equivalente materiale poroso artificiale - Argilla espansa “resistente” o materiali simili, scorie d'altoforno, loppe ecc.) ad elevata rugosità superficiale (C.L.A. ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm in percentuali comprese tra il 20% ed il 35% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela. Ovvero, qualora l'Impresa reperisca altrove materiali lapidei corrispondenti alle prescrizioni delle Norme Tecniche di Appalto, la D.L. potrà comunque autorizzare la miscelazione di questi ultimi con inerti porosi naturali od artificiali con elevata rugosità superficiale (CLA ≥ 50) sino ad un massimo del 15% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

In ogni caso il risultato finale sarà valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento, le integrazioni sopra descritte e la scelta delle zone di impiego dovranno sempre essere autorizzate dal Committente sulla base di preventiva presentazione allo stesso da parte dell'Impresa di uno studio della miscela.

Serie setacci UNI EN 933-1	Miscela passante % tot . in peso
Setaccio 20	100
Setaccio 12.5	84 ÷ 100
Setaccio 6.3	48 ÷ 66
Setaccio 2	25 ÷ 40
Setaccio 1	18 ÷ 30
Setaccio 0,5	11 ÷ 22
Setaccio 0,25	8 ÷ 18
Setaccio 0,063	6 ÷ 10

2.1.10.2. Aggregato Fino - Strato di usura di spessore 4-5 cm

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta di

volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall (UNI EN 12697-34) che si intendono raggiungere comunque non dovrà essere inferiore al 70 % della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova “Los Angeles” (UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L’equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-8) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l’equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 43.

La percentuale della sabbia proveniente da frantumazione rispetto a quella naturale di fiume, non dovrà mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie.

Requisiti per aggregato grosso e aggregato fine	Normativa	Classificazione richiesta
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _c 90/15 (aggregato grosso) G _f 85 (aggregato fine) G _A 90 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	f ₁ (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₆₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell’aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI ₁₅
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₂₀
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{100/0}
Spigolosità dell’aggregato fine	UNI EN 933-6	EC _S 30
<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell’aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₂₅
Resistenza alla levigazione dell’aggregato grosso	UNI EN 1097-8	PSV ₄₃
Resistenza all’usura dell’aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE} 20
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d’acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d’acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 1
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

2.1.10.3. Additivi - Strato di usura di spessore 4-5 cm

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Requisiti per aggregato filler	Normativa	Classificazione richiesta	
<i>Requisiti geometrici</i>			
Granulometria	UNI-EN 933-1	Setaccio (mm)	% Passante
		2	100
		0.125	85÷100

		0.063	70÷100
<i>Requisiti fisici</i>			
Massa volumica	UNI EN 1097-7	NR	
Anello e palla	UNI-EN 13179-1	□ _{R&B} 8/16	

- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

2.1.10.4. Bitume - Strato di usura di spessore 4- 5 cm

Bitume 5% - 6,0% dei tipi "A" "B" "C" o "D" descritti nei paragrafi precedenti (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39)

2.1.11. STRATO D'USURA DI SPESSORE 3 CM

2.1.11.1. Aggregato Grosso - Strato di usura di spessore 3 cm

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) inferiore od uguale al 20% in peso.

La quantità di frantumato dovrà essere del 100%.

(CNR B.U. n. 95 del 31.01.84).

Il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) dovrà essere maggiore di 42 (UNI EN 1097-8).

Lo spogliamento in acqua a 40 ° C (con eventuale impiego di "dopes" di adesione) dovrà essere 0% (UNI EN 12697-11).

La miscela finale degli aggregati, almeno per il 20% del totale dovrà contenere nella frazione più grossa inerti di natura pregiata.

E' facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (rapidi decadimenti di CAT scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità col bitume ed altro) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

Nelle zone ove non siano presenti inerti pregiati aventi caratteristiche di rugosità superficiale conformi alle prescrizioni delle Norme Tecniche di Appalto, la Committente potrà autorizzare l'uso di altri materiali lapidei a condizione di una loro integrazione con "inerti porosi naturali od artificiali (materiale poroso naturale - vesuviano o equivalente materiale poroso artificiale - Argilla espansa "resistente" o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe ecc.) ad elevata rugosità superficiale (C.L.A. \geq 50) di pezzatura 5/15 mm in percentuali comprese tra il 20% ed il 35% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela. Ovvero, qualora l'Impresa reperisca altrove materiali lapidei corrispondenti alle prescrizioni delle Norme Tecniche di Appalto, la D.L. potrà comunque autorizzare la miscelazione di questi ultimi con inerti porosi naturali od artificiali con elevata rugosità superficiale (CLA \geq 50) sino ad un massimo del 15% rispetto al peso degli inerti che compongono la miscela.

In ogni caso il risultato finale sarà valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento, le integrazioni sopra descritte e la scelta delle zone di impiego dovranno sempre essere autorizzate dal Committente sulla base di preventiva presentazione allo stesso da parte dell'Impresa di uno studio della miscela

Serie setacci UNI EN 933-1	Miscela passante % tot . in peso
Setaccio 20	100
Setaccio 12,5	86 ÷ 100
Setaccio 6,3	52 ÷ 80
Setaccio 2	25 ÷ 46
Setaccio 1	18 ÷ 36
Setaccio 0,5	12 ÷ 26
Setaccio 0,25	8 ÷ 18
Setaccio 0,063	6 ÷ 11

2.1.11.2. Aggregato Fino - Strato di usura di spessore 3 cm

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta di volta in volta dalla D.L. in relazione ai valori di stabilità e scorrimento, ricavati dalla prova Marshall (UNI EN 12697-34) che si intendono raggiungere comunque non dovrà essere inferiore al 70 % della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-8) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 43.

La percentuale della sabbia proveniente da frantumazione rispetto a quella naturale di fiume, non dovrà mai essere inferiore al 90% nella miscela delle due sabbie.

Requisiti per aggregato grosso e aggregato fine	Normativa	Classificazione richiesta
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _C 90/15 (aggregato grosso) G _F 85 (aggregato fine) G _A 90 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	f ₁ (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₆₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI ₁₅
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₂₀
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{100/0}
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	E _{Cs} 30
<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₂₅
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-8	PSV ₄₃
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE} 20

<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 1
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

2.1.11.3. Additivi - Strato di usura di spessore 3 cm

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

<u>Requisiti per aggregato filler</u>	<u>Normativa</u>	<u>Classificazione richiesta</u>	
<i>Requisiti geometrici</i>			
Granulometria	UNI-EN 933-1	Setaccio (mm)	% Passante
		2	100
		0.125	85÷100
		0.063	70÷100
<i>Requisiti fisici</i>			
Massa volumica	UNI EN 1097-7	NR	
Anello e palla	UNI-EN 13179-1	□ _{R&B} 8/16	

- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

2.1.11.4. Bitume - Strato di usura di spessore 3 cm

Bitume **5,0% - 6,0%** dei tipi "A" "B" "C" o "D" descritti nei paragrafi precedenti (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39)

2.1.12. CONTROLLI E PROVE DI LABORATORIO

2.1.12.1. Premessa

Sono sempre ad esclusivo carico dell'Impresa tutte le prove di laboratorio per l'accettazione dei materiali, per lo studio delle miscele e per i controlli alla produzione, eseguite da un Laboratorio Fiduciario Accreditato dotato di laboratorio mobile.

Entro dieci giorni dalla data dell'affidamento dei lavori l'Impresa dovrà comunicare alla D.L., che si riserva d'approvarlo, il nominativo del Laboratorio Ufficiale scelto per l'esecuzione della prove .

L'importo di tali oneri può essere, a titolo puramente indicativo, stimato fra il 2% e il 4% dell'ammontare lordo dell'appalto.

Di questo onere si è tenuto conto durante la determinazione di tutti i prezzi unitari applicati nell'appalto.

2.1.13. STUDIO PRELIMINARE DELL'IMPASTO

Gli aggregati aventi tutti i requisiti richiesti, devono risultare assortiti in modo tale da ottenere una granulometria complessiva che risponda alle prescrizioni di Capitolato. Si procederà poi allo studio di ottimizzazione dell'impasto con il metodo Marshall o con il metodo SHRP (pressa giratoria) fino alla determinazione dell'esatta quantità di legante occorrente.

La formula d'impasto ottimizzata e la corrispondente composizione e relative caratteristiche del conglomerato prodotto, devono essere sottoposte entro e non oltre venti giorni dal ricevimento da parte dell'Impresa della lettera di affidamento dei lavori, pena la revoca dello stesso, all'approvazione della Direzione Lavori, che può richiedere una ulteriore messa a punto fino al raggiungimento di risultati completamente soddisfacenti, prima di procedere alla consegna dei lavori stessi.

2.1.13.1. Determinazione della Percentuale di Bitume Richiesta dalla Miscela di Aggregati

Il fabbisogno di legante nella miscela bituminosa può essere preventivamente calcolato con la seguente formula empirica:

$$P = 0,035 * a + 0,045 * b + c * d + f$$

in cui:

P = % (espressa come numero intero) di bitume sul conglomerato

a = % di aggregato trattenuto al n. 8 ASTM

b = % di aggregato passante al n. 8 e trattenuto al n. 200

c = % di aggregato passante al n. 200

d = 0,15 per un passante al 200 compreso fra 11 e 15

d = 0,18 per passante al 200 compreso tra 6 e 10

d = 0,20 per passante al 200 ≤ 5

f = parametro compreso fra 0 e 2% a seconda della porosità del
l'aggregato.

Il contenuto di bitume potrà essere calcolato anche in base alla superficie specifica degli aggregati (formula di Duriez):

$$P = m * S^{1/5}$$

in cui

P = % di bitume in peso calcolata sull'aggregato

m = modulo di ricchezza variabile tra 3 e 3,20

S = superficie specifica degli aggregati

$$S = (0,25 * a + 2,30 * b + 12 * c + 135 * f)/100$$

in cui

a = frazione % > 5 mm

b = frazione % compresa tra 5 e 0,315 mm

c = frazione compresa tra 0,315 e 0,08 mm

f = frazione passante a 0,08 mm

In ogni caso il dosaggio del legante dovrà essere compreso fra quelli, per ogni miscela, indicato nei punti precedenti.

2.1.14. OTTIMIZZAZIONE DELLA FORMULA DI IMPASTO

Definita la curva granulometrica e il dosaggio teorico del legante, si prepareranno 5 serie di provini Marshall secondo la norma UNI EN 12697-34, con il dosaggio calcolato e con variazione dello 0,5% e dell'1% circa in più e in meno; i provini saranno poi sottoposti alle prove previste dal metodo di studio Marshall (massa volumica apparente, stabilità, scorrimento, calcolo dei vuoti residui e dei vuoti riempiti con bitume).

Il contenuto ottimo di bitume verrà quindi definito secondo i criteri stabiliti per il metodo sopra detto.

In alternativa è consentito uno studio di ottimizzazione con misura di densità mediante costipazione ottenuta con pressa giratoria (metodo SHRP).

Qualora non si raggiungano valori soddisfacenti, il procedimento dovrà essere ripetuto con diverse curve granulometriche.

In base ai risultati delle analisi e degli studi eseguiti, l'Impresa presenterà, entro e non oltre venti giorni dalla data di ricevimento della lettera d'affidamento, la composizione delle miscele che intende adottare, corredando la soluzione proposta con la completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio.

La D.L. si riserva di approvare i risultati prodotti o di far eseguire nuove ricerche prima di effettuare la consegna dei lavori.

L'approvazione non elimina comunque la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

Una volta approvata la composizione proposta, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad essa, comprovandone l'osservanza con frequenti controlli da effettuarsi presso il laboratorio indicato dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'inizio dei lavori, una stesa di prova (mq 200 circa) per una verifica della corrispondenza delle caratteristiche fra la miscela posta in opera e quella di progetto, il tutto a cura e spesa dell'Impresa su aree di propria scelta.

La composizione approvata sarà quella di riferimento per l'accettazione dei materiali e per l'applicazione delle eventuali penali.

2.1.15. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove di controllo e di idoneità sui campioni di aggregato, di bitume e di attivanti d'adesione per l'accettazione presso il Laboratorio.

L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. la composizione delle miscele che intende adottare, per il controllo della idoneità con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato dalla D.L. ed eventualmente dal Laboratorio di fiducia del Committente lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami anche giornalieri.

2.1.15.1. Aggregato, Bitume e Conglomerato

In ogni cantiere di lavoro **potrà** essere installato e condotto a cura e spese dell'Impresa, un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in fase di produzione.

Dovranno essere effettuati con **frequenze giornaliere o quando deciso dalla D.L.:**

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del miscelatore o dalla vibrofinitrice;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente : peso di volume (UNI EN 12697-5 e UNI EN 12697-6); percentuale dei vuoti (UNI EN 12697-8); stabilità e rigidità Marshall (UNI EN 12697-34);
- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana UNI EN 12697-23) alla temperatura di 10° C, 25° C, 40° C;
- il grado di addensamento delle pavimentazioni in opera.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Volendo riassumere in breve i controlli necessari in corso d'opera.

a) Controllo della composizione dei conglomerati

Su campioni di conglomerato prelevati all'atto della posa in opera e prima del costipamento, verranno controllate indicativamente le seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria e coefficiente di frantumazione degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- stabilità, scorrimento e rigidità, risultanti dalla prova Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di pestello per faccia, nonché volume % dei vuoti residui dei provini Marshall.

b) Controllo della posa in opera dei conglomerati

A distanza di circa 10 giorni dalla posa in opera dei conglomerati, potranno essere effettuati prelievi di campioni della pavimentazione eseguita per il controllo delle seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- volume % dei vuoti residui, stabilità e scorrimento Marshall corrispondenti, ricavati dal diagramma della relazione fra i primi due parametri, risultante dalle prove di controllo preliminare.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma UNI EN sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del

prelievo sul campione verranno riportati su apposita modulistica i dati relativi alla natura del materiale.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accettare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali

2.1.16. CONTROLLI POST - STESA

2.1.16.1. Aderenza (Controllo da effettuarsi solo se ritenuto necessario dalla D.L.)

Il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRIM o SUMMS (Norma CNR B.U. n. 147 del 14.12.92) oppure attraverso la prova SKID TESTER - Pendolo (CNR B.U. n.105) deve risultare non inferiore ai seguenti valori elencati:

- a) Conglomerato bituminoso di usura (spessore = 3 cm): CAT \geq 60
- b) Conglomerato bituminoso provvisorio (binder) e Conglomerato bituminoso di usura (spessore = 5 cm): CAT \geq 55

La relazione tra il valore CAT qui prescritto ($CAT_{aut.}$) quello definito dalla Norma CNR (CAT_{CNR}) è:

$$CAT_{aut.} = CAT_{CNR} \times 100$$

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM - TRRL) o mediante il SUMMS dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) Conglomerato bituminoso di usura: HS \geq 0,4
- b) Conglomerato bituminoso provvisorio (binder) HS \geq 0,3

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per ciò che riguarda il mini texture meter il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 metri di striscia longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni striscia (con una sola cifra decimale).

Rispetto alle misure del CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200m.

La media dei valori CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del CAT sulla tratta omogenea.

Anche rispetto alla misura dell'HS è possibile definire tratte omogenee di almeno 50 m. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate

mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Sia per il CAT che per l'HS dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il CAT ed a 50 m per HS) nei punti dove, a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti dubbia.

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della resistenza allo scivolamento anche mediante la prova col pendolo del TRRL (CNR BU n. 105 del 15.3.1985).

I valori di zona BPN., costituiti dalla media dei valori misurati in 5 punti scelti sulla medesima traiettoria parallela all'asse stradale alla distanza di 10 m l'uno dall'altro, dovranno risultare ovunque superiori a 65.

Tali valori, inoltre, non dovranno differire, dopo circa 2 mesi di assoggettamento al traffico, più di 2 punti da quelli ottenuti nelle medesime rispettive zone della pavimentazione appena ultimata.

2.1.16.2. Regolarità (Controllo da effettuarsi solo se ritenuto necessario dalla D.L.)

La regolarità della superficie di rotolamento dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- minime accelerazioni verticali (R.C.I. RIDING CONFORT INDEX) misurate con l'apparecchiatura ARAN: R.C.I. 6,5 o indice I.R.I. inferiore a 2 mm/m.
- ampiezze delle irregolarità valutate su tutto lo spettro 5 mm oppure distinguendo le irregolarità con la lunghezza d'onda:
 - a) ampiezze delle irregolarità per onde corte da 1 a 3,3 m 2 mm.
 - b) ampiezze delle irregolarità per onde medie da 3,3 a 13 m 4 mm; misurate con l'apparecchiatura A.P.L. (analizzatore di profilo longitudinale).

Le misure di R.C.I., I.R.I. e l'A.P.L. dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori R.C.I. e dei valori I.R.I. misurati ogni 20 m su tali tratte fornisce il valore medio di R.C.I. nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità.

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

2.1.16.3. Spessore degli strati (Rilievo fondamentale)

Lo spessore della pavimentazione dovrà rispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine. Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed eventualmente in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione giornalmente stesa, dovranno essere effettuate misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione.

2.1.17. MODALITÀ ESECUTIVE

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

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

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

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonchè il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

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

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

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

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

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

Altri controlli saranno eseguiti sulla taratura delle bilance.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento. Per la stesa dei tappeti d'usura la D.L. potrà ordinare che il giunto iniziale della tratta stesa sia azzerato mediante la fresatura della pavimentazione esistente.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare fenomeni di raffreddamento superficiale 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 salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato. Alla stesa dovrà essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a 140 ° C (salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato) ne sarà impedito l'impiego e allontanato dal cantiere a cura e spesa dell'Impresa.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

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

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

A discrezione della D.L. potranno anche essere utilizzati rulli con ruote vibranti metalliche e/o combinati.

Dovrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati di collegamento e usura dovranno avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

Per lo strato di base si dovranno raggiungere densità superiori al 98%.

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

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.

Inoltre l'accettazione delle regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nei paragrafi successivi.

Per lo strato di base la miscela bituminosa viene stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla D.L. la rispondenza di questa ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato per garantirne l'ancoraggio deve essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione acida al 60% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo la stesa in doppio strato i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; a discrezione della Direzione Lavori, tra di essi potrà essere eventualmente interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/ m².

2.1.18. FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi)

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

2.1.19. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni, delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di +/- 5 per gli strati di base, collegamento ed usura e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Per gli strati di base, collegamento ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/-2; per il passante al setaccio UNI 0,063 mm di +/- 1,5 e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/- 0,25.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate sia all'impianto che alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

La D.L. si riserva la facoltà di controllare le miscele sia per i conglomerati bituminosi dello strato di usura che per quello dello strato di collegamento, dal punto di vista della deformabilità viscoplastica con prove di carico costante (CNR B.U. n. 106 del 10.4.1985).

I conglomerati dovranno avere ciascuno i requisiti descritti nei punti a cui si riferiscono.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini Marshall dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta dalla norma CNR 30/73 al punto 3.3.

2.1.19.1. Strato di base

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza.

Il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) eseguita a 60° C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34 con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare superiore a 9,0 KN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in KN e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere superiore a 2,5 KN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 4% ed il 7% (UNI EN 12697-8).

I valori della resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 12697-23) dovranno essere compresi nei seguenti limiti (per miscele con bitume modificato soft):

	Temperatura di prova		
	10°C	25°C	40° C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1,6 -2,1	0,6 -1,0	0,25 - 0,5

2.1.19.2. Strato di collegamento

Elevata resistenza meccanica cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli.

La stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) eseguita a 60 ° C su provini costipati alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34 con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso superiore a 11,0 KN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in KN e lo scorrimento misurato in mm. dovrà essere superiore a 3,0 KN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 7% (UNI EN 12697-8).

La percentuale dei vuoti riempiti di bitume (UNI EN 12697-8) dovrà risultare inferiore all'80%.

I valori della resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 12697-23) dovranno essere compresi nei seguenti limiti (per miscele con bitume modificato soft):

	Temperatura di prova		
	10°C	25°C	40° C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1,6 -2,1	0,7 -1,0	0,25 - 0,5

2.1.19.3. Strato di usura

Elevata resistenza meccanica e rugosità superficiale.

Il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) eseguita a 60° C su provini costipati alla temperatura prescritta della norma UNI EN 12697-34 con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare uguale o superiore a 12,0 KN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in KN e lo scorrimento misurato in mm dovrà essere in ogni caso superiore a 3,5 KN/mm.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 6% (UNI EN 12697-8).

La percentuale dei vuoti riempiti di bitume (UNI EN 12697-8) dovrà risultare inferiore all'80%.

I valori della resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 12697-23) dovranno essere compresi nei seguenti limiti (per miscele con bitume modificato soft):

	Temperatura di prova		
	10°C	25°C	40° C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	1,6 -2,1	0,7 -1,0	0,25 - 0,5

2.1.20. PENALITÀ E LIMITI DI ACCETTAZIONE

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Tutte le detrazioni definite di seguito sono cumulabili.

Nel caso in cui l'ammontare complessivo delle detrazioni eguagli o superi il 50% del relativo prezzo di elenco, è facoltà dell'Amministrazione appaltante ordinare la rimozione o il rifacimento delle opere realizzate, a totale cura e spese dell'Impresa e fatta salva l'eventuale richiesta di risarcimento per danni.

2.1.20.1. Aderenza

Qualora il valore medio, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m di CAT e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili sono per il CAT minori di 35 e per l'HS minori di 0,25 per tutte le miscele.

Qualora il valore di CAT e/o di HS sia inferiore a tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesatura dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irrudivimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Se non si raggiungessero i valori prescritti e si fosse comunque al di sopra dei valori inaccettabili verrà applicata la detrazione del 20%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza alla scivolosità degli strati direttamente soggetti al traffico, verranno presi in considerazione sia i valori BPN misurati sugli strati appena finiti, che la riduzione di tali valori rilevata a 2 mesi dall'apertura al traffico: i limiti di accettabilità per tali valori saranno rispettivamente di 5 punti in meno per quelli relativi agli strati appena finiti e di 3 punti in più per quelli relativi alla riduzione dei valori stessi rilevata dopo 2 mesi di assoggettamento al traffico.

In caso di accertata carente resistenza allo scivolamento, la D.L. potrà ordinare tutte quelle lavorazioni atte a rendere accettabile, al fine della rugosità superficiale, la pavimentazione stessa; gli oneri derivanti saranno a completo e totale carico dell'Impresa.

2.1.20.2. Regolarità

Qualora i valori medi, come precedentemente definiti, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, di R.C.I., I.R.I. e/o l'irregolarità misurata con l'A.P.L. non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore di R.C.I. fosse inferiore od uguale a 4,5, o di I.R.I. superiore a 4,5 mm per m. e/o l'irregolarità relativa a tutto lo spettro risulti superiore od uguale a 10 mm oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore od uguale a 4 mm e per le onde medie maggiore od uguale a 9 mm, si dovrà procedere gratuitamente alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

2.1.20.3. Spessore degli strati

La media per corsia e per singola tratta dei controlli effettuati dovrà dare uno spessore non inferiore al 95% del teorico.

Qualora si riscontri una percentuale inferiore, essa verrà integralmente applicata al prezzo unitario quale penale.

Se lo spessore medio sopra definito risulta inferiore al 75% del teorico, l'Impresa dovrà immediatamente provvedere al rifacimento della tratta interessata.

Qualora lo spessore risulti maggiore del previsto oltre il 25%, la D.L. potrà accettare a proprio giudizio il lavoro senza corrispondere all'Impresa nessuna maggiorazione di prezzo o richiederne il rifacimento.

2.1.20.4. Dosaggio di Bitume

La quantità di bitume contenuta nell'impasto, risultante quale media di un insieme di determinazioni effettuate su una singola corsia o tratta, non dovrà scostarsi più di 0,25 in più o in meno rispetto alla % ottima prevista dall'Impresa e approvata dalla Direzione Lavori; qualora lo scostamento sia maggiore e sino al 10%, verrà applicata a titolo di penale la stessa riduzione al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

Se il dosaggio medio del bitume si scosta oltre il 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

2.1.20.5. Aggregati

Alla curva granulometrica delle singole percentuali; non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso di +/- 5 %; e non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/- 2 %; per il passante al setaccio UNI 0,063 mm di +/- 1,5% superati tali limiti l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori, se le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto, l'accettazione del materiale con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 2 % al prezzo unitario, della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezzario, per ogni classe di aggregati errati (filler, aggregato fino e aggregato grosso).

Per le caratteristiche di resistenza meccanica degli aggregati grossi potrà essere accettata una variazione fino al 10% in più del valore di accettazione del coefficiente Los Angeles.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per impiego di materiali di categoria inferiore, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_1 = (P.E.) \cdot 10 \cdot (L.A.\% - B\%)$$

essendo:

- D_1 = detrazione in euro;
- P.E. = prezzo di elenco;
- L.A.% = coefficiente Los Angeles determinato in laboratorio e i cui limiti di accettazione minimi sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	44 %
Strato di collegamento	27,5 %
Strato di Usura	21,5 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

- B% = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	40 %
Strato di collegamento	25 %
Strato di Usura	20 %

2.1.20.6. Conglomerato bituminoso

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori di stabilità, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_2 = (P.E.) \cdot (C - St_{\text{Marshall}}) / 5$$

essendo:

- D_2 = detrazione in euro;
- P.E. = prezzo di elenco;
- C = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di Base	8,5 KN.
Strato di collegamento	10,0 KN.
Strato di Usura	10,5 KN.

- St_{Marshall} = valore della stabilità Marshall determinata in laboratorio e i cui limiti minimi di accettazione sono indicati nella tabella seguente:

Strato di Base	7,0 KN.
Strato di collegamento	9,0 KN.
Strato di Usura	10,0 KN.

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

- 5,0 = coefficiente correttivo espresso in KN.

Per quanto riguarda i vuoti residui Marshall non potrà essere accettata una variazione ai limiti di progetto.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a

Strato di Base	7 %
Strato di collegamento	7 %
Strato di Usura	6 %

titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo

unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, del materiale con vuoti residui superiori a quanto previsto.

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti, potrà essere tollerata una eccedenza del volume percentuale dei vuoti residui fino al 20% dei rispettivi valori massimi di accettazione. Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore quantità di materiale posto in opera, determinata dalla seguente relazione:

$$D_3 = (P.E.) \cdot 5 \cdot (V\% - D\%)$$

essendo:

- D_3 = detrazione in euro;
- P.E. = prezzo di elenco;
- 5 = coefficiente correttivo;
- V% = volume dei vuoti determinato in laboratorio; esso, a seconda dello strato considerato, assume i seguenti valori massimi di riferimento:

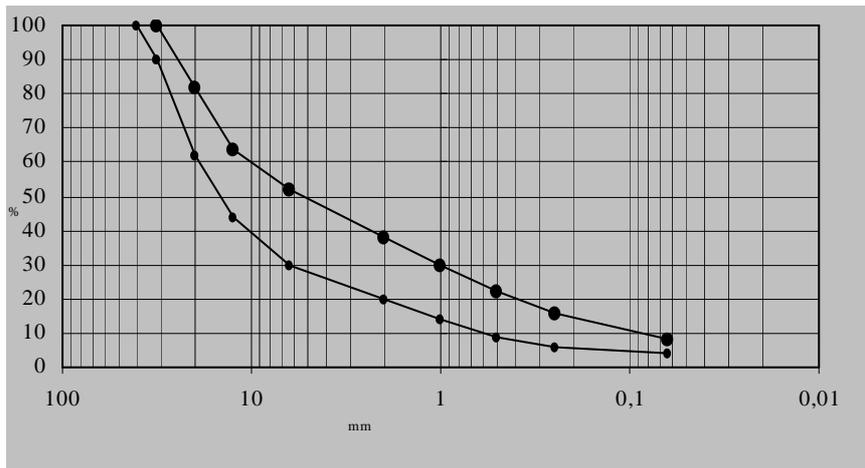
Strato di Base	10 %
Strato di collegamento	11 %
Strato di Usura	11 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

- D% = coefficiente che assume i seguenti valori:

SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI BASE

AGGREGATO GROSSO			
Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"			≤ 25 %
% in peso frantumato			> 100 %
AGGREGATO FINO			
% in peso frantumato			> 70 %
Perdita in peso alla prova Los Angeles			≤ 25 %
Equivalente in sabbia			≥ 80
ADDITIVI			
Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5			□ PA ≥ 5 °C
Passante al setaccio UNI 0,50 mm (per via umida)			100 %
Passante al setaccio UNI 0,063 mm (per via umida)			80 %
Indice di plasticità			Non plastico
BITUME			
		Normale	Modificato
Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.	70-100	60 ÷ 70 dmm	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento (R&B)		47 ÷ 54 °C	55 ÷ 70 °C
Indice di penetrazione		-1 ÷ +1	-1 ÷ +3
Punto di rottura Fraass (minimo)		- 5 °C	- 10 °C
Duttilità a 25 °C (minima)		---	---
Solubilità in solventi organici		≥ 99 %	≥ 99 %
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C (massima)		± 0,2 %	
Contenuto in paraffina (massimo)		2,5 %	2,5 %
Viscosità dinamica a T = 60 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		100 ÷ 200	
Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)			100 ÷ 200
Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		0,15 ÷ 0,25	>0,3
Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test		> 20	≥ 40
Viscosità dinamica a T = 60 °C, (T= 80 °C bit. Mod.), (Pa · s) dopo R T F O T		< 800	≥ 800
Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test			≤ 8 °C
CONGLOMERATO BITUMINOSO			
Stabilità Marshall S		≥ 7,0 KN	≥ 9,0 KN
Rigidezza S/s (KN/mm)		≥ 2,5 KN/mm	≥ 2,5 KN/mm
Percentuale dei vuoti residua		4 ÷ 7 %	4 ÷ 7 %
Massa volumica in opera		98 % val. Marshall	98 % val. Marshall
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C (N/mm ²)			1,6 ÷ 2,1
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (N/mm ²)			0,6 ÷ 1
Resistenza a trazione indiretta a 40 °C (N/mm ²)			0,25 ÷ 0,5



setacci	limite sup	limite inf
40	100	100
31,5	90	100
20	62	82
12,5	44	64
6,3	30	52
2	20	38
1	14	30
0,5	9	22
0,25	6	16
0,063	4	8

SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI COLLEGAMENTO

AGGREGATO GROSSO

Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"	≤ 25 %
% in peso frantumato	> 100 %

AGGREGATO FINO

% in peso frantumato	> 70 %
Perdita in peso alla prova Los Angeles	≤ 25 %
Equivalente in sabbia	≥ 80

ADDITIVI

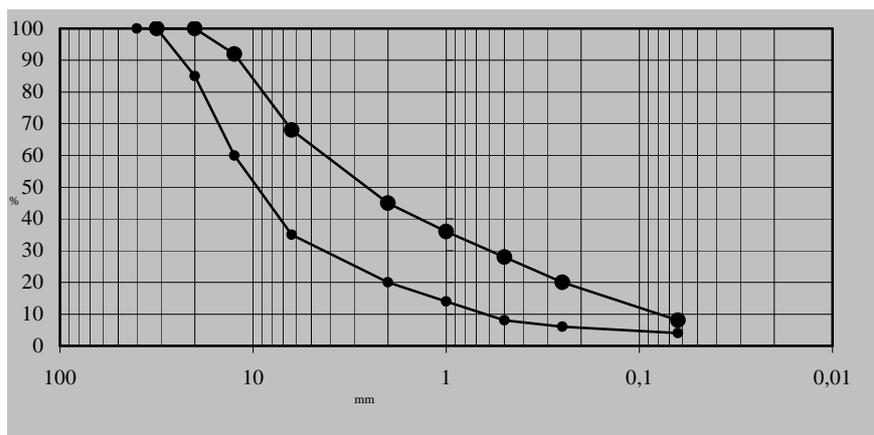
Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5	□ PA ≥ 5 °C
Passante al setaccio UNI 0,5 mm (per via umida)	100 %
Passante al setaccio UNI 0,063 mm (per via umida)	80 %
Indice di plasticità	Non plastico

BITUME

		Normale	Modificato
Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.	70-100	60 ÷ 70 dmm	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento (R&B)		47 ÷ 54 °C	55 ÷ 70 °C
Indice di penetrazione		-1 ÷ +1	-1 ÷ +3
Punto di rottura Fraass (minimo)		-5 °C	-10 °C
Duttilità a 25 °C (minima)		---	---
Solubilità in solventi organici		≥ 99 %	≥ 99 %
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C (massima)		± 0,2 %	
Contenuto in paraffina (massimo)		2,5 %	2,5 %
Viscosità dinamica a T = 60 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		100 ÷ 200	
Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)			100 ÷ 200
Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		0,15 ÷ 0,25	>0,3
Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test		> 20	≥ 40
Viscosità dinamica a T = 60 °C, (T= 80 °C bit. Mod.), (Pa · s) dopo R T F O T		< 800	≥ 800
Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test			≤ 8 °C

CONGLOMERATO BITUMINOSO

Stabilità Marshall S	≥ 9,0 KN	≥ 11,0 KN
Rigidezza S/s (kN/mm)	≥ 3,0 KN/mm	≥ 3,0 KN/mm
Percentuale dei vuoti residua	3 ÷ 7 %	3 ÷ 7 %
Massa volumica in opera	97 % val. Marshall	97 % val. Marshall
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C (N/mm ²)		1,6 ÷ 2,1
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (N/mm ²)		0,7 ÷ 1
Resistenza a trazione indiretta a 40 °C (N/mm ²)		0,25 ÷ 0,5



setacci	limite sup	limite inf
31,5	100	100
20	85	100
12,5	60	92
6,3	35	68
2	20	45
1	14	36
0,5	8	28
0,25	6	20
0,063	4	8

SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI USURA (4-5 cm di spessore)

AGGREGATO GROSSO

Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"	≤ 20 %
% in peso frantumato	100 %
Coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.)	> 43

AGGREGATO FINO

% in peso frantumato	> 90 %
Perdita in peso alla prova Los Angeles	≤ 25 %
Equivalente in sabbia	≥ 80

ADDITIVI

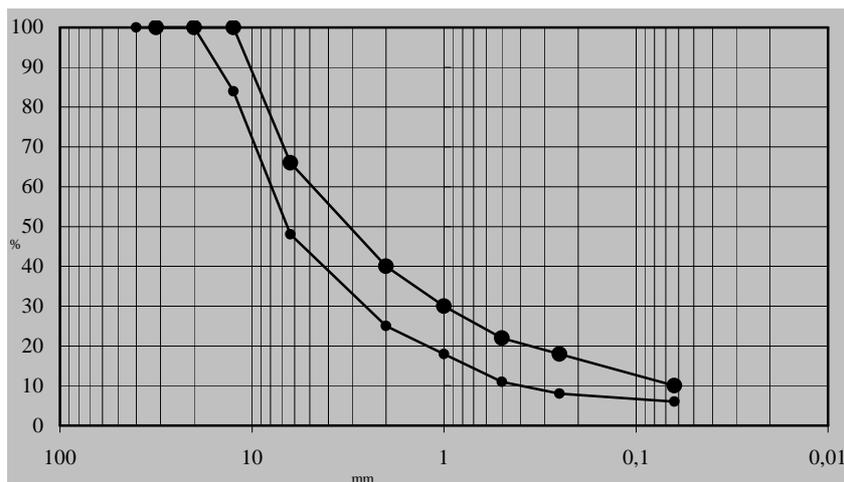
Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5	□ PA ≥ 5 °C
Passante al setaccio UNI 0,40 mm (per via umida)	100 %
Passante al setaccio UNI 0,075 mm (per via umida)	80 %
Indice di plasticità	Non plastico

BITUME

	70-100	Normale	Modificato
Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.	70-100	60 ÷ 70 dmm	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento (R&B)		47 ÷ 54 °C	55 ÷ 70 °C
Indice di penetrazione		-1 ÷ +1	-1 ÷ +3
Punto di rottura Fraass (minimo)		- 5 °C	- 10 °C
Duttilità a 25 °C (minima)		---	---
Solubilità in solventi organici		≥ 99 %	≥ 99 %
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C (massima)		± 0,2 %	
Contenuto in paraffina (massimo)		2,5 %	2,5 %
Viscosità dinamica a T = 60 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		100 ÷ 200	
Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)			100 ÷ 200
Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		0,15 ÷ 0,25	>0,4
Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test		> 20	≥ 40
Viscosità dinamica a T = 60 °C, (Pa · s) dopo Rolling Thin Film Oven Test		< 800	≥ 800
Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test			≤ 8 °C

CONGLOMERATO BITUMINOSO

Stabilità Marshall S	≥ 11,0 KN	≥ 12,0 KN
Rigidezza S/s (kN/mm)	≥ 3,5 KN	≥ 3,5 KN
Percentuale dei vuoti residua	3 ÷ 6 %	3 ÷ 6 %
Massa volumica in opera	97 % val. Marshall	97 % val. Marshall
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C (N/mm ²)		1,6 ÷ 2,1
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (N/mm ²)		0,7 ÷ 1
Resistenza a trazione indiretta a 40 °C (N/mm ²)		0,25 ÷ 0,5



setacci	limite sup	limite inf
20	100	100
12,5	84	100
6,3	48	66
2	25	40
1	18	30
0,5	11	22
0,25	8	18
0,063	6	10

SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI USURA (3 CM DI SPESSORE)

AGGREGATO GROSSO

Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"	≤ 20 %
% in peso frantumato	100 %
Coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.)	> 43

AGGREGATO FINO

% in peso frantumato	> 90 %
Perdita in peso alla prova Los Angeles	≤ 25 %
Equivalente in sabbia	≥ 70

ADDITIVI

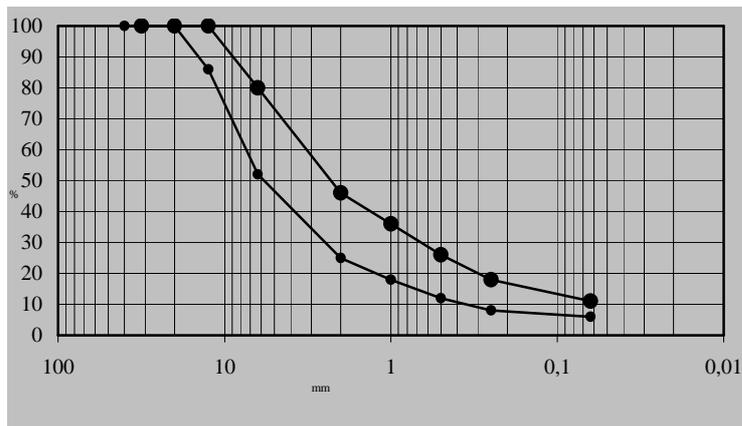
Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5	□ PA ≥ 5 °C
Passante al setaccio UNI 0,50 mm (per via umida)	100 %
Passante al setaccio UNI 0,063 mm (per via umida)	80 %
Indice di plasticità	Non plastico

BITUME

	70-100	Normale	Modificato
Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.	70-100	60 ÷ 70 dmm	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento (R&B)		47 ÷ 54 °C	55 ÷ 70 °C
Indice di penetrazione		-1 ÷ +1	-1 ÷ +3
Punto di rottura Fraass (minimo)		-5 °C	-10 °C
Duttilità a 25 °C (minima)		---	---
Solubilità in solventi organici		≥ 99 %	≥ 99 %
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C (massima)		± 0,2 %	
Contenuto in paraffina (massimo)		2,5 %	2,5 %
Viscosità dinamica a T = 60 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		100 ÷ 200	
Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)			100 ÷ 200
Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		0,15 ÷ 0,25	>0,4
Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test		> 20	≥ 40
Viscosità dinamica a T = 60 °C, (Pa · s) dopo Rolling Thin Film Oven Test		< 800	≥ 800
Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test			≤ 8 °C

CONGLOMERATO BITUMINOSO

Stabilità Marshall S	≥ 10,0 KN	≥ 12,0 KN
Rigidezza S/s (kN/mm)	≥ 3,5 KN/mm	≥ 3,5 KN/mm
Percentuale dei vuoti residua	3 ÷ 6 %	3 ÷ 6 %
Massa volumica in opera	97 % val. Marshall	97 % val. Marshall
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C (N/mm ²)		1,6 ÷ 2,1
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (N/mm ²)		0,7 ÷ 1
Resistenza a trazione indiretta a 40 °C (N/mm ²)		0,25 ÷ 0,5



2.2. MICROTAPPETO AD ELEVATA RUGOSITA' SUPERFICIALE TIPO "B"

2.2.1. DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con legante modificato, posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo.

Deve essere applicato solo su supporti con buon profilo longitudinale e trasversale. In caso di pavimentazioni interessate da ormaie superiori ad 1 cm od in presenza di avvallamenti, depressioni od altre determinazioni occorre prevedere una riprofilatura del supporto mediante idonea miscela.

2.2.2. LEGANTE BITUMINOSO MODIFICATO

Bitume 4,5% -5,5%, le caratteristiche sono riportate nella seguente tabella:

BITUME MODIFICATO PER MICROTAPPETI AD ELEVATA RUGOSITA'
(% DI MODIFICANTE /I*) = 5% - 6%)- bitume tipo HARD

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione a 25° C, 100g., 5 s UNI EN 1426	0,1 mm	50-70
Punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	≥65
Indice di penetrazione		≥+2
Punto di rottura (Frass) min UNI EN 12593	°C	-16
Viscosità dinamica a T = 80° C, gradiente di velocità 1s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	100-250
Viscosità dinamica a T = 160° C, gradiente di velocità = 1s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	0,2-0,6
Stabilità allo stoccaggio a caldo	°C	≤ 3
Ritorno elastico a 25° C	%	≥ 75

Valori dopo Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT)

Viscosità dinamica a T = 160° C, gradiente di velocità = 1s ⁻¹	Pa · s	0,2-0,6
Penetrazione residua a 25° C, 100g., 5 s	%	≥70 %
Variazione del Punto di Rammollimento	°C	≤ +8

(*) Si intendono polimeri di natura elastomerica (SBS -R)

Tipologie di modifica diverse saranno valutate di volta in volta dalla Direzione Tecnica.

2.2.3. AGGREGATO GROSSO

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Il coefficiente di forma (SI) ed il coefficiente di appiattimento (FI) dovranno essere inferiori od uguali rispettivamente a 15 ed a 20 (UNI EN 933-3 e UNI EN 933-4).

La quantità di frantumato dovrà essere del 100 %.

La sensibilità al gelo dovrà essere F_1 (UNI EN 1367-1).

Lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale impiego di “dope” d’adesione) dovrà risultare dello 0% (EN 12697-11).

Il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) deve essere maggiore od uguale a 45 (PSV₄₄) (UNI EN 1097-8).

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere inferiore od uguale al 18% ($LA \leq 20$)

L’uso di altri materiali porosi naturali, artificiali o sintetici, argilla espansa strutturale, loppe e scorie siderurgiche, scorie modificate di forno elettrico ecc., dovranno sempre essere autorizzate dalla D.L, sulla base di preventiva presentazione dell’Impresa, di uno studio della miscela.

In linea di massima si dovranno riscontrare caratteristiche iniziali (CLA, HS, CAT) analoghe a quelle dei materiali basaltici che però abbiano decadimenti nel tempo meno accentuati quindi il risultato finale sarà valutato con l’impiego di apparecchiature ad alto rendimento ad almeno 2 anni dalla stesa (valori almeno del 10% superiori a quelli tutto basalto) oppure con test accelerati tipo Abrasimetro Rotazionale a norma DIN di resistenza all’attrito radente (Polierabriebprüfungen).

2.2.4. AGGREGATO FINO

L’aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie proveniente da frantumazione deve essere uguale o superiore al 90% della miscela.

La sommatoria delle percentuali di trattenuto in peso superiore a 2 mm (compreso) provenienti dalle sabbie utilizzate per la composizione granulometrica finale, dovranno essere inferiori od uguali al 5% in peso quando le sabbie provengono da rocce aventi un C.L.A. inferiore od uguale a 45.

La Committente potrà autorizzare l’uso di sabbie, artificiali e sintetiche dopo preventivo studio di progetto presentato dall’Impresa.

L’equivalente in sabbia sulla miscela delle sabbie o sulla singola sabbia secondo la prova (UNI EN 933-8) deve essere superiore od uguale a 80 (SE_{80})

E’ facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato inconvenienti nel conglomerato finito (rapidi decadimenti di C.A.T. scadente omogeneità dell’impasto per loro insufficiente affinità con bitume ad altro) anche se rispondenti ai requisiti di accettazione.

Requisiti per aggregato grosso e aggregato fine	Normativa	Classificazione richiesta
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _c 90/15 (aggregato grosso) G _F 85 (aggregato fine) G _A 90 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	f ₁ (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₈₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI ₁₅
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₂₀
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{100/0}
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	E _{CS} 30
<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₂₀
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-8	PSV ₄₄
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE} 20
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄ 1
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

2.2.5. ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

Requisiti per aggregato filler	Normativa	Classificazione richiesta	
<i>Requisiti geometrici</i>			
Granulometria	UNI-EN 933-1	Setaccio (mm)	% Passante
		2	100
		0.125	90÷100
		0.063	80÷100
<i>Requisiti fisici</i>			
Massa volumica	UNI EN 1097-7	NR	
Anello e palla	UNI-EN 13179-1	□ _{R&B} 8/16	

Indice di plasticità "NP" (non plastico CNR UNI 10014).

2.2.6. MISCELE

Lo spessore finale del microtappeto deve essere compreso tra 20 e 30 mm.

Le miscele dovranno avere una composizione granulometria compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume (UNI EN 12697-1 e 12697-39) riferita al peso totale degli inerti del 4,5 – 5,5%.

Serie setacci UNI EN 933-1	Miscela passante % tot . in peso
Setaccio 16	100
Setaccio 12.5	95 ÷ 100
Setaccio 10	90 ÷ 100
Setaccio 8	68 ÷ 76
Setaccio 6.3	40 ÷ 50
Setaccio 4	18 ÷ 23
Setaccio 2	15 ÷ 19
Setaccio 0.5	8 ÷ 12
Setaccio 0.25	6 ÷ 10
Setaccio 0.063	5 ÷ 9

2.2.7. FIBRE MINERALI (UTILIZZATE SOLO SE PRESCRITTO DALLA D.L.)

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre minerali (vetro) in percentuale variabile tra lo 0,25 % - 0,40% in peso di cui alla tabella successiva:

FIBRE DI NATURA MINERALE

Caratteristiche chimico – fisiche		
Lunghezza media bavella	200-300 micron	
Diametro medio	8 - 15 micron	
Resistenza alla trazione	1,5-2,5 Gpa	
Superficie specifica	2700 cm ² / g	
Allungamento massimo (%)	1,5 a 2,5 %	
Tasso di infeltrimento (%)	0%	
Resistenza alla temperatura	>550° C	
Composizione chimica		
	%	tolleranze
SiO ₂	54	±0,5
CaO	22,1	±0,4
MgO	0,6	±0,1
Al ₂ O ₃	14,4	±0,5
Na ₂ O	0,51	±0,15
B ₂ O ₃	6,8	±0,4
K ₂ O ₃	0,38	±0,15
Fe ₂ O ₃	0,25	±0,15
Altri	0,45	

2.2.8. STUDIO PRELIMINARE DELL'IMPASTO

Gli aggregati aventi tutti i requisiti richiesti, devono risultare assortiti in modo tale da ottenere una granulometria complessiva che risponda alle prescrizioni di Capitolato. Si procederà poi allo studio di ottimizzazione dell'impasto con il metodo Marshall o con il metodo SHRP (pressa giratoria) fino alla determinazione dell'esatta quantità di legante occorrente.

La formula d'impasto ottimizzata e la corrispondente composizione e relative caratteristiche del conglomerato prodotto, devono essere sottoposte entro e non oltre venti giorni dal ricevimento da parte dell'Impresa della lettera di affidamento dei lavori, pena la revoca dello stesso, all'approvazione della Direzione Lavori, che può richiedere una ulteriore messa a punto fino al raggiungimento di risultati completamente soddisfacenti, prima di procedere alla consegna dei lavori stessi.

2.2.8.1. DETERMINAZIONE DELLA PERCENTUALE DI BITUME RICHIESTA DALLA MISCELA DI AGGREGATI

Il fabbisogno di legante nella miscela bituminosa può essere preventivamente calcolato con la seguente formula empirica:

$$P = 0,035 * a + 0,045 * b + c * d + f$$

in cui:

P = % (espressa come numero intero) di bitume sul conglomerato

a = % di aggregato trattenuto al n. 8 ASTM

b = % di aggregato passante al n. 8 e trattenuto al n. 200

c = % di aggregato passante al n. 200

d = 0,15 per un passante al 200 compreso fra 11 e 15

d = 0,18 per passante al 200 compreso tra 6 e 10

d = 0,20 per passante al 200 ≤ 5

f = parametro compreso fra 0 e 2% a seconda della porosità del
l'aggregato.

Il contenuto di bitume potrà essere calcolato anche in base alla superficie specifica degli aggregati (formula di Duriez):

$$P = m * S^{1/5}$$

in cui

P = % di bitume in peso calcolata sull'aggregato

m = modulo di ricchezza variabile tra 3 e 3,20

S = superficie specifica degli aggregati

$$S = (0,25 * a + 2,30 * b + 12 * c + 135 * f)/100$$

in cui :

a = frazione % > 5 mm

b = frazione % compresa tra 5 e 0,315 mm

c = frazione compresa tra 0,315 e 0,08 mm

f = frazione passante a 0,08 mm

In ogni caso il dosaggio del legante dovrà essere compreso fra 4.5% e il 5.5%.

2.2.9. OTTIMIZZAZIONE DELLA FORMULA DI IMPASTO

Definita la curva granulometrica e il dosaggio teorico del legante, si prepareranno 5 serie di provini Marshall secondo la norma UNI EN 12697-11, con il dosaggio calcolato e con variazione dello 0,5% e dell'1% circa in più e in meno; i provini saranno poi sottoposti alle prove previste dal metodo di studio Marshall (massa volumica apparente, stabilità, scorrimento, calcolo dei vuoti residui e dei vuoti riempiti con bitume).

Il contenuto ottimo di bitume verrà quindi definito secondo i criteri stabiliti per il metodo sopra detto.

In alternativa è consentito uno studio di ottimizzazione con misura di densità mediante costipazione ottenuta con pressa giratoria (metodo SHRP).

Qualora non si raggiungano valori soddisfacenti, il procedimento dovrà essere ripetuto con diverse curve granulometriche.

In base ai risultati delle analisi e degli studi eseguiti, l'Impresa presenterà, entro e non oltre venti giorni dalla data di ricevimento della lettera di affidamento, la composizione delle miscele che intende adottare, corredando la soluzione proposta con la completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio.

La D.L. si riserva di approvare i risultati prodotti o di far eseguire nuove ricerche prima di effettuare la consegna dei lavori.

L'approvazione non elimina comunque la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

Una volta approvata la composizione proposta, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad essa, comprovandone l'osservanza con frequenti controlli da effettuarsi presso il laboratorio indicato dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'inizio dei lavori, una stesa di prova (mq 200 circa) per una verifica della corrispondenza delle caratteristiche fra la miscela posta in opera e quella di progetto, il tutto a cura e spesa dell'Impresa su aree di propria scelta.

La composizione approvata sarà quella di riferimento per l'accettazione dei materiali e per l'applicazione delle eventuali penali.

2.2.10. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove di controllo e di idoneità sui campioni di aggregato, di bitume e di attivanti d'adesione per l'accettazione presso il Laboratorio. L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. la composizione delle miscele che intende adottare, per il controllo della idoneità con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato dalla D.L. lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami anche giornalieri.

2.2.10.1. Aggregato, Bitume e Conglomerato

In ogni cantiere di lavoro potrà essere installato e condotto a cura e spese dell'Impresa, un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in fase di produzione.

Dovranno essere effettuati almeno con **frequenze giornaliere**:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del miscelatore o dalla vibrofinitrice;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente : peso di volume effettuato attraverso misura geometrica del volume o mediante pesata idrostatica dopo impermeabilizzazione dei provini con nastratura, media di tre prove; percentuale dei vuoti; stabilità e rigidità Marshall;

- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana) alla temperatura di 10° C, 25° C, 40° C;
- il grado di addensamento delle pavimentazioni in opera.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Volendo riassumere in breve i controlli necessari in corso d'opera.

a) Controllo della composizione dei conglomerati

Su campioni di conglomerato prelevati all'atto della posa in opera e prima del costipamento, verranno controllate indicativamente le seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria e coefficiente di frantumazione degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- stabilità, scorrimento e rigidità, risultanti dalla prova Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di pestello per faccia, nonché volume % dei vuoti residui dei provini Marshall.

b) Controllo della posa in opera dei conglomerati

A distanza di circa 10 giorni dalla posa in opera dei conglomerati, potranno essere effettuati prelievi di campioni della pavimentazione eseguita per il controllo delle seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- volume % dei vuoti residui, stabilità e scorrimento Marshall corrispondenti, ricavati dal diagramma della relazione fra i primi due parametri, risultante dalle prove di controllo preliminare.
- permeabilità in sito.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma UNI EN sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verranno riportati su apposita modulistica i dati relativi alla natura del materiale.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accettare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali

2.2.11. CONTROLLI POST-STESA

2.2.11.1. Aderenza (Da effettuare solo se ritenuta necessaria della D.L.)

Il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRM o SUMMS (Norma CNR B.U. n. 147 del 14.12.92) deve risultare non inferiore a 55.

La relazione tra il valore CAT qui prescritto ($CAT_{aut.}$) quello definito dalla Norma CNR (CAT_{CNR}) è:

$$CAT_{aut.} = CAT_{CNR} \times 100$$

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM - TRRL) o mediante il SUMMS dovrà avere i seguenti requisiti $> 0,55$:

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per ciò che riguarda il mini texture meter il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 metri di striscia longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni striscia (con una sola cifra decimale).

Rispetto alle misure del CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200m.

La media dei valori CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del CAT sulla tratta omogenea.

Anche rispetto alla misura dell'HS è possibile definire tratte omogenee di almeno 50 m. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Sia per il CAT che per l'HS dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il CAT ed a 50 m per HS) nei punti dove, a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti dubbia.

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della resistenza allo scivolamento anche mediante la prova col pendolo del TRRL (CNR BU n. 105 del 15.3.1985).

I valori di zona BPN., costituiti dalla media dei valori misurati in 5 punti scelti sulla medesima traiettoria parallela all'asse stradale alla distanza di 10 m l'uno dall'altro, dovranno risultare ovunque superiori a 55.

Tali valori, inoltre, non dovranno differire, dopo circa 2 mesi di assoggettamento al traffico, più di 2 punti da quelli ottenuti nelle medesime rispettive zone della pavimentazione appena ultimata.

2.2.11.2. Regolarità (Da effettuare solo se ritenuta necessaria dalla D.L.)

La regolarità della superficie di rotolamento dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- minime accelerazioni verticali (R.C.I. RIDING CONFORT INDEX) misurate con l'apparecchiatura ARAN: R.C.I. 6,5 o indice I.R.I. inferiore a 2 mm/m.
- ampiezze delle irregolarità valutate su tutto lo spettro: 5 mm oppure distinguendo le irregolarità con la lunghezza d'onda:
- ampiezze delle irregolarità per onde corte da 1 a 3,3 m: 2 mm.
- ampiezze delle irregolarità per onde medie da 3,3 a 13 m: 4 mm; misurate con l'apparecchiatura A.P.L. (analizzatore di profilo longitudinale).

Le misure di R.C.I., I.R.I. e l'A.P.L. dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori R.C.I. e dei valori I.R.I. misurati ogni 20 m su tali tratte fornisce il valore medio di R.C.I. nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità.

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

2.2.11.3. Permeabilità

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeometro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione di cm 2.5 dovrà essere maggiore di 5 l/m.

2.2.11.4. Spessore degli strati

Lo spessore della pavimentazione dovrà rispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine. Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed eventualmente in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione giornalmente stesa, dovranno essere effettuate misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione.

2.2.12. MODALITÀ ESECUTIVE

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

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

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

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 170° e 180° C e quella del legante tra 170° C e 180° C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Altri controlli saranno eseguiti sulla taratura delle bilance.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno 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 dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici o con il riscaldamento per mezzo di idonee piastre del giunto longitudinale già in opera.

Qualora ciò non sia possibile e previa approvazione della D.L., il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, la D.L. potrà ordinare che

il giunto iniziale della tratta stesa sia azzerato mediante la fresatura della pavimentazione esistente.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare fenomeni di raffreddamento superficiale 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 160° C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato. Alla stesa dovrà essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a 160 ° C (salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato) ne sarà impedito l'impiego e allontanato dal cantiere a cura e spesa dell'Impresa.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

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

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

A discrezione della D.L. potranno anche essere utilizzati rulli con ruote vibranti metalliche e/o combinati.

Per gli altri strati dovrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

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

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.

Inoltre l'accettazione delle regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nei paragrafi successivi.

2.2.13. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni, delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di +/- 3 e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/-2; per il passante al setaccio UNI 0,063 mm di +/- 1,5 e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/- 0,25.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate sia all'impianto che alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini Marshall dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34.

La miscela deve avere resistenza meccanica e rugosità superficiale elevata. Il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) eseguita a 60° C su provini costipati a 160° C con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 7,0 KN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in KN e lo scorrimento misurato in mm deve essere in ogni caso compreso tra 2,0 e 4,0 KN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 14% ed il 20% (UNI EN 12697-8). I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (Prova " Brasiliana ") dovranno rientrare nei seguenti limiti:

Temperature di prova	10 °C	25 °C	40°C
Resistenza a trazione indiretta	1 - 2,5 MPa	0,8 – 1,2 MPa	0,2 – 0,4 MPa

Le prove Marshall e Brasiliana eseguite su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata di 7 giorni a 25° C dovranno dare un valore di stabilità a resistenza a trazione indiretta non inferiore al 75 % di quello precedentemente determinato (UNI EN 12697-23)

I provini per le misure Marshall o Brasiliana dovranno essere confezionati alla temperatura di 180° C presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipati senza ulteriori riscaldamento.

2.2.14. PENALITÀ E LIMITI DI ACCETTAZIONE

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Tutte le detrazioni definite di seguito sono cumulabili.

Nel caso in cui l'ammontare complessivo delle detrazioni eguagli o superi il 50% del relativo prezzo di elenco, è facoltà dell'Amministrazione appaltante ordinare la rimozione o il rifacimento delle opere realizzate, a totale cura e spese dell'Impresa e fatta salva l'eventuale richiesta di risarcimento per danni.

2.2.14.1. Aderenza

Qualora il valore medio, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m di CAT e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili sono per il CAT minori di 35 e per l'HS minori di 0,25 per tutte le miscele.

Qualora il valore di CAT e/o di HS sia inferiore a tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesatura dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irrudivimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Se non si raggiungessero i valori prescritti e si fosse comunque al di sopra dei valori inaccettabili verrà applicata la detrazione del 20%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza alla scivolosità degli strati direttamente soggetti al traffico, verranno presi in considerazione sia i valori BPN misurati sugli strati appena finiti, che la riduzione di tali valori rilevata a 2 mesi dall'apertura al traffico: i limiti di accettabilità per tali valori saranno rispettivamente di 5 punti in meno per quelli relativi agli strati appena finiti e di 3 punti in più per quelli relativi alla riduzione dei valori stessi rilevata dopo 2 mesi di assoggettamento al traffico.

In caso di accertata carente resistenza allo scivolamento, la D.L. potrà ordinare tutte quelle lavorazioni atte a rendere accettabile, al fine della rugosità superficiale, la pavimentazione stessa; gli oneri derivanti saranno a completo e totale carico dell'Impresa.

2.2.14.2. Regolarità

Qualora i valori medi, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, di R.C.I., I.R.I. e/o l'irregolarità misurata con l'A.P.L. non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore di R.C.I. fosse inferiore od uguale a 4,5, o di I.R.I. superiore a 4,5 mm per m. e/o l'irregolarità relativa a tutto lo spettro risulti superiore od uguale a 10 mm oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore od uguale a 4 mm e per le onde medie maggiore od uguale a 9 mm, si dovrà procedere gratuitamente alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

2.2.14.3. Spessore degli strati

La media per corsia e per singola tratta dei controlli effettuati dovrà dare uno spessore non inferiore al 95% del teorico.

Qualora si riscontri una percentuale inferiore, essa verrà integralmente applicata al prezzo unitario quale penale.

Se lo spessore medio sopra definito risulta inferiore al 75% del teorico, l'Impresa dovrà immediatamente provvedere al rifacimento della tratta interessata.

Qualora lo spessore risulti maggiore del previsto oltre il 25%, la D.L. potrà accettare a proprio giudizio il lavoro senza corrispondere all'Impresa nessuna maggiorazione di prezzo o richiederne il rifacimento.

2.2.14.4. Dosaggio di Bitume

La quantità di bitume contenuta nell'impasto, risultante quale media di un insieme di determinazioni effettuate su una singola corsia o tratta, non dovrà scostarsi più di 0,25 in più o in meno rispetto alla % ottima prevista dall'Impresa e approvata dalla Direzione Lavori; qualora lo scostamento sia maggiore e sino al 10%, verrà applicata a titolo di penale la stessa riduzione al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

Se il dosaggio medio del bitume si scosta oltre il 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

2.2.14.5. Aggregati

Alla curva granulometrica delle singole percentuali; non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso di +/- 3 %; e non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/- 2 %; per il passante al setaccio UNI 0,063 mm di +/- 1,5% superati tali limiti l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori, se le variazioni rientrassero nei limiti dei fusi di progetto, l'accettazione del materiale con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 2 % al prezzo unitario, della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezzario, per ogni classe di aggregati errati (filler, aggregato fino e aggregato grosso).

Per le caratteristiche di resistenza meccanica degli aggregati grossi potrà essere accettata una variazione fino al 10% in più del valore di accettazione del coefficiente Los Angeles.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per impiego di materiali di categoria inferiore, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_1 = (P.E.) \cdot 10 \cdot (L.A.\% - B\%)$$

essendo:

- D_1 = detrazione in euro;
- P.E. = prezzo di elenco;
- L.A.% = coefficiente Los Angeles determinato in laboratorio e i cui limiti di accettazione minimi sono 20,5%;
- B% = coefficiente che assume il valore del 18%:

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

2.2.14.6. Conglomerato bituminoso

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori di stabilità, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_2 = (P.E.) \cdot (C - St_{\text{Marshall}}) / 5$$

essendo:

- D_2 = detrazione in euro;
- P.E. = prezzo di elenco;
- C = coefficiente che assume il seguente valore: 8,0 KN.

- St_{Marshall} = valore della stabilità Marshall determinata in laboratorio e i cui limiti minimi di accettazione sono 6,0 KN:
- 5,0 = coefficiente correttivo espresso in KN.

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa. Per quanto riguarda i vuoti residui Marshall non potrà essere accettata una variazione ai limiti di progetto.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, del materiale con vuoti residui superiori agli estremi del campo di accettazione (14%-20%).

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti, potrà essere tollerata una variazione del 7% agli estremi del campo di accettazione. E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezziario, del materiale con vuoti residui diversi da quanto previsto.

SCHEDA SCHEMATICA PER MICROTAPPETI AD ELEVATA RUGOSITA' SUPERFICIALE TIPO B

AGGREGATO GROSSO

Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"	≤ 18 %
% in peso frantumato	100 %
Coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.)	≥ 45

AGGREGATO FINO

% in peso frantumato	≥ 90 %
Equivalente in sabbia	≥ 80

ADDITIVI

Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5	□ PA ≥ 5 °C
Passante al setaccio UNI 0,40 mm (per via umida)	100 %
Passante al setaccio UNI 0,075 mm (per via umida)	80 %
Indice di plasticità	Non plastico

BITUME

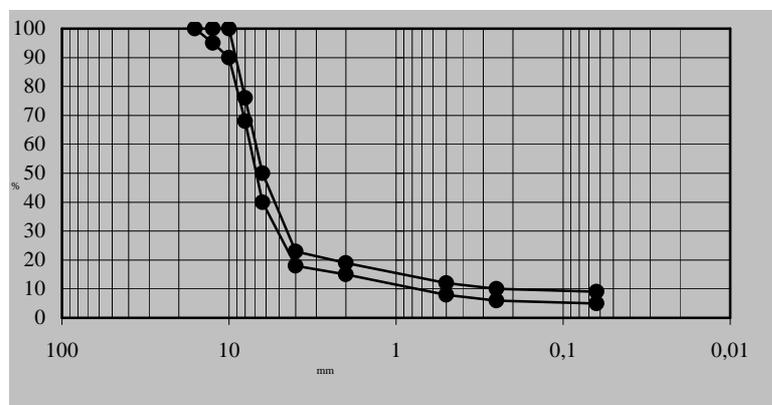
Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento (R&B)	≥ 65 °C
Indice di penetrazione	≥ +2
Punto di rottura Fraass (minimo)	- 16 °C
Ritorno elastico a 25 °C	≥ 75%
Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)	100 ÷ 250
Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)	0,2 ÷ 0,6
Stabilità allo stoccaggio a caldo	≤ 3°C
Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test	≥ 70 %
Viscosità dinamica a T = 60 °C, (Pa · s) dopo Rolling Thin Film Oven Test	0,2 ÷ 0,6
Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test	≤ +8

FIBRE MINERALI

% fibre (in peso)	0,25 ÷ 0,40
Lunghezza media (micron)	200 ÷ 300
Diametro medio (micron)	5 ÷ 6
Resistenza alla trazione (GPa)	1 ÷ 2
Allungamento massimo	1,5 a 2,5 %
Resistenza alla temperatura	550 °C ÷ 650 °C

CONGLOMERATO BITUMINOSO

Stabilità Marshall S	≥ 7,0 KN
Rigidezza S/s (kN/mm)	2 ÷ 4
Percentuale dei vuoti residua	14 ÷ 20 %
Massa volumica in opera	97 % val. Marshall
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C (N/mm ²)	1 ÷ 2,5
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (N/mm ²)	0,8 ÷ 1,2
Resistenza a trazione indiretta a 40 °C (N/mm ²)	0,20 ÷ 0,40
Capacità drenante eseguita in sito con permeametro a colonna d'acqua	> 5 dm ³ al minuto



CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

ADERENZA

Coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRM o SUMMS	≥ 55
Tessitura geometrica (macro-rugosità) (HS)	≥ 0,55

REGOLARITÀ

Riding Confort Index (R.C.I.) misurato con l'apparecchiatura ARAN	< 6,5
(in alternativa al punto precedente) Indice I.R.I. (mm/m)	< 2
Ampiezza delle irregolarità per onde corte da 1 a 3,3 m misurata con l'apparecchiatura A.P.L.	2 mm
Ampiezza delle irregolarità per onde medie da 3,3 a 13 m misurata con l'apparecchiatura A.P.L.	4 mm

2.3 Ottimizzazione della Formula di Impasto mediante pressa GIRATORIA

Definita la curva granulometrica e il dosaggio teorico del legante, si prepareranno 5 serie di provini con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31, con il dosaggio calcolato e con variazione dello 0,5% e dell'1% circa in più e in meno; i provini saranno poi sottoposti alle prove previste dal metodo di studio (massa volumica apparente, calcolo dei vuoti residui e dei vuoti riempiti con bitume, trazione indiretta). CON LE SEGUENTI CONDIZIONI DI PROVA:

1. Angolo di rotazione $1.25^{\circ} \pm 0.02^{\circ}$
2. Velocità di rotazione 30 rotazioni al minuto
3. Pressione verticale 600 Kpa
4. Diametro del provino 150 mm
5. Altezza del provino 150 mm

Qualora non si raggiungano valori soddisfacenti, il procedimento dovrà essere ripetuto come previsto con diverse curve granulometriche.

I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (Prova “ Brasiliana “UNI EN 12697-23) dovranno rientrare nei seguenti limiti:

PROVA	MISCELA	25 °C
Resistenza a trazione indiretta	BASE	0,6 – 1,0 MPa
Resistenza a trazione indiretta	BINDER	0,7 – 1,0 MPa
Resistenza a trazione indiretta	USURA	0,7 – 1,0 MPa
Resistenza a trazione indiretta	MICRO B	0,8– 1,2 MPa

I provini per le misure dovranno essere confezionati alla temperatura di 180° C presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipati senza ulteriori riscaldamento.

2.4. CONGLOMERATO BITUMINOSO TIPO SPLITTMASTIX

2.4.1. DESCRIZIONE

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie e filler) impastata a caldo con legante modificato, posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato a caldo.

Deve essere applicato solo su supporti con buon profilo longitudinale e trasversale. In caso di pavimentazioni interessate da ormaie superiori ad 1 cm od in presenza di avvallamenti, depressioni od altre determinazioni occorre prevedere una riprofilatura del supporto mediante idonea miscela.

2.4.2. LEGANTE BITUMINOSO MODIFICATO

Bitume 5,5% -7,0%, le caratteristiche sono riportate nella seguente tabella:

BITUME MODIFICATO PER SPLITTMASTIX

Bitume tipo HARD

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione a 25° C, 100g., 5 s UNI EN 1426	0,1 mm	50-70
Punto di rammollimento UNI EN 1427	°C	≥65
Indice di penetrazione		≥+2
Punto di rottura (Frass) min UNI EN 12593	°C	-16
Viscosità dinamica a T = 80° C, gradiente di velocità 1s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	100-250
Viscosità dinamica a T = 160° C, gradiente di velocità = 1s ⁻¹ UNI EN 12596	Pa · s	0,2-0,6
Stabilità allo stoccaggio a caldo	°C	≤ 3
Ritorno elastico a 25° C	%	≥ 75

Valori dopo Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT)

Viscosità dinamica a T = 160° C, gradiente di velocità = 1s ⁻¹	Pa · s	0,2-0,6
Penetrazione residua a 25° C, 100g., 5 s	%	≥70 %
Variazione del Punto di Rammollimento	°C	≤ +8

Tipologie di modifica diverse saranno valutate di volta in volta dalla Direzione Tecnica.

2.4.3. AGGREGATO GROSSO

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Il coefficiente di forma (SI) ed il coefficiente di appiattimento (FI) dovranno essere inferiori od uguali rispettivamente a 15 ed a 20 (UNI EN 933-3 e UNI EN 933-4).

La quantità di frantumato dovrà essere del 100 %.

La sensibilità al gelo dovrà essere F₁ (UNI EN 1367-1).

Lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale impiego di “dope” d’adesione) dovrà risultare dello 0% (EN 12697-11).

Il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) deve essere maggiore od uguale a 45 (PSV₄₄)(UNI EN 1097-8).

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) deve essere inferiore od uguale al 18% (LA≤20)

L'uso di altri materiali porosi naturali, artificiali o sintetici, argilla espansa strutturale, loppe e scorie siderurgiche, scorie modificate di forno elettrico ecc., dovranno sempre essere autorizzate dalla D.L, sulla base di preventiva presentazione dell'Impresa, di uno studio della miscela.

In linea di massima si dovranno riscontrare caratteristiche iniziali (CLA, HS, CAT) analoghe a quelle dei materiali basaltici che però abbiano decadimenti nel tempo meno accentuati quindi il risultato finale sarà valutato con l'impiego di apparecchiature ad alto rendimento ad almeno 2 anni dalla stesa (valori almeno del 10% superiori a quelli tutto basalto) oppure con test accelerati tipo Abrasimetro Rotazionale a norma DIN di resistenza all'attrito radente (Polierabriebprüfungen).

2.4.4. AGGREGATO FINO

L'aggregato fino di tutte le miscele deve essere costituito da sabbie di frantumazione e da sabbie naturali di fiume. La percentuale delle sabbie proveniente da frantumazione deve essere uguale o superiore al 90% della miscela.

La sommatoria delle percentuali di trattenuto in peso superiore a 2 mm (compreso) provenienti dalle sabbie utilizzate per la composizione granulometrica finale, dovranno essere inferiori od uguali al 5% in peso quando le sabbie provengono da rocce aventi un C.L.A. inferiore od uguale a 45.

La Committente potrà autorizzare l'uso di sabbie, artificiali e sintetici dopo preventivo studio di progetto presentato dall'Impresa.

L'equivalente in sabbia sulla miscela delle sabbie o sulla singola sabbia secondo la prova (UNI EN 933-8) deve essere superiore od uguale a 80 (SE₈₀)

E' facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze hanno provocato inconvenienti nel conglomerato finito (rapidi decadimenti di C.A.T. scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità con bitume ad altro) anche se rispondenti ai requisiti di accettazione.

Requisiti per aggregato grosso e aggregato fine	Normativa	Classificazione richiesta
<i>Requisiti geometrici</i>		
Granulometria	UNI-EN 933-1	G _C 90/15 (aggregato grosso) G _F 85 (aggregato fine) G _A 90 (aggregato in fraz. unica)
Contenuto di fini	UNI-EN 933-1	f ₁ (aggregato grosso) f ₁₀ (aggregato fine)
<i>Qualità dei fini</i>		
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE ₈₀
Blu di metilene	UNI EN 933-9	MB _F 10
<i>Forma dell'aggregato grosso</i>		
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI ₁₅
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₂₀
Percentuali di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{100/0}
Spigolosità dell'aggregato fine	UNI EN 933-6	E _{CS} 30

<i>Requisiti fisici</i>		
Resistenza alla frammentazione dell'aggregato grosso (Coefficiente Los Angeles)	UNI EN 1097-2	LA ₂₀
Resistenza alla levigazione dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-8	PSV ₄₄
Resistenza all'usura dell'aggregato grosso	UNI EN 1097-1	M _{DE20}
<i>Massa volumica dei granuli e assorbimento d'acqua</i>		
Massa volumica	UNI EN 1097-6	NR
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	WA ₂₄₁
<i>Resistenza al gelo-disgelo</i>		
Resistenza al gelo-disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁

2.4.5. ADDITIVI

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

<u>Requisiti per aggregato filler</u>	<u>Normativa</u>	<u>Classificazione richiesta</u>	
<i>Requisiti geometrici</i>			
Granulometria	UNI-EN 933-1	Setaccio (mm)	% Passante
		2	100
		0.125	90÷100
		0.063	80÷100
<i>Requisiti fisici</i>			
Massa volumica	UNI EN 1097-7	NR	
Anello e palla	UNI-EN 13179-1	□ _{R&B8/16}	

Indice di plasticità "NP" (non plastico CNR UNI 10014).

2.4.6. MISCELE

Lo spessore finale dello SPLITTMATIX deve essere compreso tra 30 e 40 mm.

Le miscele dovranno avere una composizione granulometria compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume (UNI EN 12697-1 e 12697-39) riferita al peso totale degli inerti del 5,5 – 7,0%.

Serie setacci UNI EN 933-1	Miscela passante % tot . in peso
Setaccio 14	100
Setaccio 12.5	90 ÷ 100
Setaccio 10	70 ÷ 100
Setaccio 8	58 ÷ 83
Setaccio 6.3	40 ÷ 70
Setaccio 4	27 ÷ 44
Setaccio 2	20 ÷ 30
Setaccio 0.5	13 ÷ 23
Setaccio 0.25	11 ÷ 20
Setaccio 0,075	8 ÷ 13

2.4.7. FIBRE MINERALI (UTILIZZATE SOLO SE PRESCRITTO DALLA D.L.)

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre minerali (vetro) in percentuale variabile tra lo 0,25 % - 0,40% in peso di cui alla tabella successiva:

FIBRE DI NATURA MINERALE

Caratteristiche chimico – fisiche		
Lunghezza media bavella	200-300 micron	
Diametro medio	8 - 15 micron	
Resistenza alla trazione	1,5-2,5 Gpa	
Superficie specifica	2700 cm ² / g	
Allungamento massimo (%)	1,5 a 2,5 %	
Tasso di infeltrimento (%)	0%	
Resistenza alla temperatura	>550° C	
Composizione chimica		
	%	tolleranze
SiO ₂	54	±0,5
CaO	22,1	±0,4
MgO	0,6	±0,1
Al ₂ O ₃	14,4	±0,5
Na ₂ O	0,51	±0,15
B ₂ O ₃	6,8	±0,4
K ₂ O ₃	0,38	±0,15
Fe ₂ O ₃	0,25	±0,15
Altri	0,45	

2.4.8. STUDIO PRELIMINARE DELL'IMPASTO

Gli aggregati aventi tutti i requisiti richiesti, devono risultare assortiti in modo tale da ottenere una granulometria complessiva che risponda alle prescrizioni di Capitolato. Si procederà poi allo studio di ottimizzazione dell'impasto con il metodo Marshall o con il metodo SHRP (pressa giratoria) fino alla determinazione dell'esatta quantità di legante occorrente.

La formula d'impasto ottimizzata e la corrispondente composizione e relative caratteristiche del conglomerato prodotto, devono essere sottoposte entro e non oltre venti giorni dal ricevimento da parte dell'Impresa della lettera di affidamento dei lavori, pena la revoca dello stesso, all'approvazione della Direzione Lavori, che può richiedere una ulteriore messa a punto fino al raggiungimento di risultati completamente soddisfacenti, prima di procedere alla consegna dei lavori stessi.

2.4.8.1. DETERMINAZIONE DELLA PERCENTUALE DI BITUME RICHIESTA DALLA MISCELA DI AGGREGATI

Il fabbisogno di legante nella miscela bituminosa può essere preventivamente calcolato con la seguente formula empirica:

$$P = 0,035 * a + 0,045 * b + c * d + f$$

in cui:

P = % (espressa come numero intero) di bitume sul conglomerato

a = % di aggregato trattenuto al n. 8 ASTM

b = % di aggregato passante al n. 8 e trattenuto al n. 200

c = % di aggregato passante al n. 200

d = 0,15 per un passante al 200 compreso fra 11 e 15

d = 0,18 per passante al 200 compreso tra 6 e 10

d = 0,20 per passante al 200 ≤ 5

f = parametro compreso fra 0 e 2% a seconda della porosità del
l'aggregato.

Il contenuto di bitume potrà essere calcolato anche in base alla superficie specifica degli aggregati (formula di Duriez):

$$P = m * S^{1/5}$$

in cui

P = % di bitume in peso calcolata sull'aggregato

m = modulo di ricchezza variabile tra 3 e 3,20

S = superficie specifica degli aggregati

$$S = (0,25 * a + 2,30 * b + 12 * c + 135 * f)/100$$

in cui :

a = frazione % > 5 mm

b = frazione % compresa tra 5 e 0,315 mm

c = frazione compresa tra 0,315 e 0,08 mm

f = frazione passante a 0,08 mm

In ogni caso il dosaggio del legante dovrà essere compreso fra 5,5% e il 7,0%.

2.4.9. OTTIMIZZAZIONE DELLA FORMULA DI IMPASTO

Definita la curva granulometrica e il dosaggio teorico del legante, si prepareranno 5 serie di provini Marshall secondo la norma UNI EN 12697-11, con il dosaggio calcolato e con variazione dello 0,5% e dell'1% circa in più e in meno; i provini saranno poi sottoposti alle prove previste dal metodo di studio Marshall (massa volumica apparente, stabilità, scorrimento, calcolo dei vuoti residui e dei vuoti riempiti con bitume).

Il contenuto ottimo di bitume verrà quindi definito secondo i criteri stabiliti per il metodo sopra detto.

In alternativa è consentito uno studio di ottimizzazione con misura di densità mediante costipazione ottenuta con pressa giratoria (metodo SHRP).

Qualora non si raggiungano valori soddisfacenti, il procedimento dovrà essere ripetuto con diverse curve granulometriche.

In base ai risultati delle analisi e degli studi eseguiti, l'Impresa presenterà, entro e non oltre venti giorni dalla data di ricevimento della lettera di affidamento, la composizione delle miscele che intende adottare, corredando la soluzione proposta con la completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio.

La D.L. si riserva di approvare i risultati prodotti o di far eseguire nuove ricerche prima di effettuare la consegna dei lavori.

L'approvazione non elimina comunque la responsabilità dell'Impresa circa il raggiungimento dei requisiti finali del conglomerato in opera.

Una volta approvata la composizione proposta, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad essa, comprovandone l'osservanza con frequenti controlli da effettuarsi presso il laboratorio indicato dall'Impresa ed approvato dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà ordinare, prima dell'inizio dei lavori, una stesa di prova (mq 200 circa) per una verifica della corrispondenza delle caratteristiche fra la miscela posta in opera e quella di progetto, il tutto a cura e spesa dell'Impresa su aree di propria scelta.

La composizione approvata sarà quella di riferimento per l'accettazione dei materiali e per l'applicazione delle eventuali penali.

2.4.10. CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove di controllo e di idoneità sui campioni di aggregato, di bitume e di attivanti d'adesione per l'accettazione presso il Laboratorio. L'Impresa è tenuta a presentare alla D.L. la composizione delle miscele che intende adottare, per il controllo della idoneità con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di produzione; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato dalla D.L. lo studio di progetto e la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami anche giornalieri.

2.4.10.1. Aggregato, Bitume e Conglomerato

In ogni cantiere di lavoro potrà essere installato e condotto a cura e spese dell'Impresa, un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in fase di produzione.

Dovranno essere effettuati almeno con **frequenze giornaliere**:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del miscelatore o dalla vibrofinitrice;
- la verifica delle caratteristiche del conglomerato finito (peso di volume e percentuale di vuoti ecc.);
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente : peso di volume effettuato attraverso misura geometrica del volume o mediante pesata idrostatica dopo impermeabilizzazione dei provini con nastratura, media di tre prove; percentuale dei vuoti; stabilità e rigidità Marshall;

- la verifica della resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana) alla temperatura di 10° C, 25° C, 40° C;
- il grado di addensamento delle pavimentazioni in opera.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dell'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

Volendo riassumere in breve i controlli necessari in corso d'opera.

a) Controllo della composizione dei conglomerati

Su campioni di conglomerato prelevati all'atto della posa in opera e prima del costipamento, verranno controllate indicativamente le seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria e coefficiente di frantumazione degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- stabilità, scorrimento e rigidità, risultanti dalla prova Marshall eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di pestello per faccia, nonché volume % dei vuoti residui dei provini Marshall.

b) Controllo della posa in opera dei conglomerati

A distanza di circa 10 giorni dalla posa in opera dei conglomerati, potranno essere effettuati prelievi di campioni della pavimentazione eseguita per il controllo delle seguenti caratteristiche:

- contenuto % di bitume (UNI EN 12697-1 e UNI EN 12697-39, estrazione "quantitativa");
- caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR BU n. 133 del 14.12.1991, estrazione "qualitativa");
- granulometria degli aggregati;
- natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;
- volume % dei vuoti residui, stabilità e scorrimento Marshall corrispondenti, ricavati dal diagramma della relazione fra i primi due parametri, risultante dalle prove di controllo preliminare.
- permeabilità in sito.

In particolare la verifica delle caratteristiche del bitume dovrà essere fatta almeno due volte a settimana con prelievi a norma UNI EN sulle cisterne di stoccaggio dell'impianto; all'atto del prelievo sul campione verranno riportati su apposita modulistica i dati relativi alla natura del materiale.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla D.L. sul quale l'Impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la D.L. effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accettare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali

2.4.11. CONTROLLI POST-STESA

2.4.11.1. Aderenza (Da effettuare solo se ritenuta necessaria della D.L.)

Il coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCRM o SUMMS (Norma CNR B.U. n. 147 del 14.12.92) deve risultare non inferiore a 55.

La relazione tra il valore CAT qui prescritto ($CAT_{aut.}$) quello definito dalla Norma CNR (CAT_{CNR}) è:

$$CAT_{aut.} = CAT_{CNR} \times 100$$

Inoltre la tessitura geometrica (HS) intesa come macrorugosità superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter" (WDM - TRRL) o mediante il SUMMS dovrà avere i seguenti requisiti $> 0,55$:

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Per ciò che riguarda il mini texture meter il valore da assumere come riferimento è la media dei quattro valori ottenuti misurando 4 strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 metri di striscia longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni striscia (con una sola cifra decimale).

Rispetto alle misure del CAT effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200m.

La media dei valori CAT misurati ogni 10 m su tali tratte fornisce il valore medio del CAT sulla tratta omogenea.

Anche rispetto alla misura dell'HS è possibile definire tratte omogenee di almeno 50 m. Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di aderenza.

Sia per il CAT che per l'HS dovrà essere rilevato almeno il 10% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere scegliendo i tratti da misurare (di lunghezza sempre maggiore a 200 m per il CAT ed a 50 m per HS) nei punti dove, a giudizio della D.L. la tessitura e/o la rugosità risulti dubbia.

Entro 10 giorni dalla ultimazione degli strati soggetti direttamente al traffico, potranno essere eseguiti i controlli della resistenza allo scivolamento anche mediante la prova col pendolo del TRRL (CNR BU n. 105 del 15.3.1985).

I valori di zona BPN., costituiti dalla media dei valori misurati in 5 punti scelti sulla medesima traiettoria parallela all'asse stradale alla distanza di 10 m l'uno dall'altro, dovranno risultare ovunque superiori a 55.

Tali valori, inoltre, non dovranno differire, dopo circa 2 mesi di assoggettamento al traffico, più di 2 punti da quelli ottenuti nelle medesime rispettive zone della pavimentazione appena ultimata.

2.4.11.2. Regolarità (Da effettuare solo se ritenuta necessaria dalla D.L.)

La regolarità della superficie di rotolamento dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- minime accelerazioni verticali (R.C.I. RIDING CONFORT INDEX) misurate con l'apparecchiatura ARAN: R.C.I. 6,5 o indice I.R.I. inferiore a 2 mm/m.
- ampiezze delle irregolarità valutate su tutto lo spettro: 5 mm oppure distinguendo le irregolarità con la lunghezza d'onda:
- ampiezze delle irregolarità per onde corte da 1 a 3,3 m: 2 mm.
- ampiezze delle irregolarità per onde medie da 3,3 a 13 m: 4 mm; misurate con l'apparecchiatura A.P.L. (analizzatore di profilo longitudinale).

Le misure di R.C.I., I.R.I. e l'A.P.L. dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico.

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 100 m.

La media dei valori R.C.I. e dei valori I.R.I. misurati ogni 20 m su tali tratte fornisce il valore medio di R.C.I. nella tratta omogenea; la media dei valori di ampiezza delle irregolarità misurati ogni 25 m su tali tratti fornisce il valore medio dell'ampiezza di irregolarità.

Per tratte omogenee si intendono quei tratti di strada nei quali i valori sono distribuiti statisticamente secondo una distribuzione "normale". Le tratte omogenee saranno individuate mediante un programma di calcolo collegato al programma di restituzione dei dati di regolarità.

Dovrà essere rilevato almeno il 50% della lunghezza coperta da ogni singolo cantiere (per lunghezza in ogni caso sempre maggiore di 200 m) nei punti dove a giudizio della D.L. la regolarità risulti non sufficiente o dubbia.

2.4.11.3. Permeabilità

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeometro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione di cm 2.5 dovrà essere maggiore di 5 l/m.

2.4.11.4. Spessore degli strati

Lo spessore della pavimentazione dovrà rispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine. Su tali carote, prelevate casualmente dalla Committente ed eventualmente in contraddittorio con l'Impresa, sulla superficie di pavimentazione giornalmente stesa, dovranno essere effettuate misure eseguite con le modalità qui di seguito descritte.

Per le carote da 50 mm vengono effettuate 2 misure diametralmente opposte, mentre per quelle da 100 o da 150 mm vengono effettuate 6 misure in corrispondenza degli estremi dei diametri presi ogni 60°. Dalla media M di tali misure si ricaverà il valore dello spessore della pavimentazione.

2.4.12. MODALITÀ ESECUTIVE

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

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

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

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della mescolazione nonchè il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 170° e 180° C e quella del legante tra 170° C e 180° C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

Altri controlli saranno eseguiti sulla taratura delle bilance.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno 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 dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici o con il riscaldamento per mezzo di idonee piastre del giunto longitudinale già in opera.

Qualora ciò non sia possibile e previa approvazione della D.L., il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, la D.L. potrà ordinare che

il giunto iniziale della tratta stesa sia azzerato mediante la fresatura della pavimentazione esistente.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare fenomeni di raffreddamento superficiale 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 160° C salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato. Alla stesa dovrà essere rilevata la temperatura di compattazione della miscela e se questa dovesse risultare inferiore a 160 ° C (salvo diverse disposizioni della D.L. in rapporto al tipo di bitume impiegato) ne sarà impedito l'impiego e allontanato dal cantiere a cura e spesa dell'Impresa.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

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

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli gommati di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

A discrezione della D.L. potranno anche essere utilizzati rulli con ruote vibranti metalliche e/o combinati.

Per gli altri strati dovrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di finitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

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

La superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; sarà tollerato uno scostamento di 5 mm.

Inoltre l'accettazione delle regolarità e delle altre caratteristiche superficiali del piano finito avverrà secondo quanto prescritto nei paragrafi successivi.

2.4.13. REQUISITI DI ACCETTAZIONE DEI CONGLOMERATI

Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni, delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di +/- 3 e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/-2; per il passante al setaccio UNI 0,063 mm di +/- 1,5 e comunque le variazioni dovranno rientrare nei limiti dei fusi di progetto.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di +/- 0,25.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate sia all'impianto che alla stesa come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente determinato (CNR B.U. n. 121 del 24.08.1987).

I provini Marshall dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione e costipato senza ulteriore riscaldamento alla temperatura prescritta dalla norma UNI EN 12697-34.

La miscela deve avere resistenza meccanica e rugosità superficiale elevata. Il valore della stabilità Marshall (UNI EN 12697-34) eseguita a 60° C su provini costipati a 160° C con 75 colpi di maglio per faccia, deve risultare in tutti i casi di almeno 11 KN; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in KN e lo scorrimento misurato in mm deve essere in ogni caso compreso tra 3,0 e 5,0 KN/mm. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3% ed il 5% (UNI EN 12697-8). I valori della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (Prova " Brasiliana ") dovranno rientrare nei seguenti limiti:

Temperature di prova	10 °C	25 °C	40°C
Resistenza a trazione indiretta	1 - 2,5 MPa	0,8 – 1,2 MPa	0,2 – 0,4 MPa

Le prove Marshall e Brasiliana eseguite su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata di 7 giorni a 25° C dovranno dare un valore di stabilità a resistenza a trazione indiretta non inferiore al 75 % di quello precedentemente determinato (UNI EN 12697-23)

I provini per le misure Marshall o Brasiliana dovranno essere confezionati alla temperatura di 180° C presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipati senza ulteriori riscaldamento.

2.4.14. PENALITÀ E LIMITI DI ACCETTAZIONE

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili.

I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

L'accettazione penalizzata potrà comunque essere applicata esclusivamente nei casi e nei limiti sotto specificati.

Tutte le detrazioni definite di seguito sono cumulabili.

Nel caso in cui l'ammontare complessivo delle detrazioni eguagli o superi il 50% del relativo prezzo di elenco, è facoltà dell'Amministrazione appaltante ordinare la rimozione o il rifacimento delle opere realizzate, a totale cura e spese dell'Impresa e fatta salva l'eventuale richiesta di risarcimento per danni.

2.4.14.1. Aderenza

Qualora il valore medio, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m di CAT e/o a 50 m per HS sia inferiore ai valori richiesti per ciascun tipo di pavimentazione, fino al raggiungimento di alcuni valori inaccettabili appresso specificati, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

I valori inaccettabili sono per il CAT minori di 35 e per l'HS minori di 0,25 per tutte le miscele.

Qualora il valore di CAT e/o di HS sia inferiore a tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesatura dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irrudivimento per portare il valore o i valori deficitari al di sopra della soglia di inaccettabilità. Se non si raggiungessero i valori prescritti e si fosse comunque al di sopra dei valori inaccettabili verrà applicata la detrazione del 20%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza alla scivolosità degli strati direttamente soggetti al traffico, verranno presi in considerazione sia i valori BPN misurati sugli strati appena finiti, che la riduzione di tali valori rilevata a 2 mesi dall'apertura al traffico: i limiti di accettabilità per tali valori saranno rispettivamente di 5 punti in meno per quelli relativi agli strati appena finiti e di 3 punti in più per quelli relativi alla riduzione dei valori stessi rilevata dopo 2 mesi di assoggettamento al traffico.

In caso di accertata carente resistenza allo scivolamento, la D.L. potrà ordinare tutte quelle lavorazioni atte a rendere accettabile, al fine della rugosità superficiale, la pavimentazione stessa; gli oneri derivanti saranno a completo e totale carico dell'Impresa.

2.4.14.2. Regolarità

Qualora i valori medi, come precedentemente definito, su tratte omogenee di lunghezza superiore ai 200 m, di R.C.I., I.R.I. e/o l'irregolarità misurata con l'A.P.L. non soddisfino le condizioni richieste, lo strato di rotolamento (quello a diretto contatto con il pneumatico) verrà penalizzato del 20% del suo prezzo.

Nel caso in cui il valore di R.C.I. fosse inferiore od uguale a 4,5, o di I.R.I. superiore a 4,5 mm per m. e/o l'irregolarità relativa a tutto lo spettro risulti superiore od uguale a 10 mm oppure quella relativa alle onde corte risultasse di ampiezza maggiore od uguale a 4 mm e per le onde medie maggiore od uguale a 9 mm, si dovrà procedere gratuitamente alla demolizione e ricostruzione dello strato superficiale interessato.

Il nuovo strato sarà soggetto alle stesse condizioni di controllo ed alle stesse generalità precedentemente descritte.

2.4.14.3. Spessore degli strati

La media per corsia e per singola tratta dei controlli effettuati dovrà dare uno spessore non inferiore al 95% del teorico.

Qualora si riscontri una percentuale inferiore, essa verrà integralmente applicata al prezzo unitario quale penale.

Se lo spessore medio sopra definito risulta inferiore al 75% del teorico, l'Impresa dovrà immediatamente provvedere al rifacimento della tratta interessata.

Qualora lo spessore risulti maggiore del previsto oltre il 25%, la D.L. potrà accettare a proprio giudizio il lavoro senza corrispondere all'Impresa nessuna maggiorazione di prezzo o richiederne il rifacimento.

2.4.14.4. Dosaggio di Bitume

La quantità di bitume contenuta nell'impasto, risultante quale media di un insieme di determinazioni effettuate su una singola corsia o tratta, non dovrà scostarsi più di 0,25 in più o in meno rispetto alla % ottima prevista dall'Impresa e approvata dalla Direzione Lavori; qualora lo scostamento sia maggiore e sino al 10%, verrà applicata a titolo di penale la stessa riduzione al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso.

L'applicazione di questa clausola non esclude quelle previste in altri articoli.

Se il dosaggio medio del bitume si scosta oltre il 10% in più o in meno rispetto alla percentuale ottima, l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

2.4.14.5. Aggregati

Alla curva granulometrica delle singole percentuali; non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso di +/- 3 %; e non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) di +/- 2 %; per il passante al setaccio UNI 0,063 mm di +/- 1,5% superati tali limiti l'Impresa dovrà procedere al rifacimento del lavoro a propria cura e spesa.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori, se le variazioni rientrassero nei limiti dei fusi di progetto, l'accettazione del materiale con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 2 % al prezzo unitario, della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezzario, per ogni classe di aggregati errati (filler, aggregato fino e aggregato grosso).

Per le caratteristiche di resistenza meccanica degli aggregati grossi potrà essere accettata una variazione fino al 10% in più del valore di accettazione del coefficiente Los Angeles.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per impiego di materiali di categoria inferiore, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_1 = (P.E.) \cdot 10 \cdot (L.A.\% - B\%)$$

essendo:

- D_1 = detrazione in euro;
- P.E. = prezzo di elenco;
- L.A.% = coefficiente Los Angeles determinato in laboratorio e i cui limiti di accettazione minimi sono 20,5%;
- B% = coefficiente che assume il valore del 18%:

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa.

2.4.14.6. Conglomerato bituminoso

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori di stabilità, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D_2 = (P.E.) \cdot (C - St_{\text{Marshall}}) / 5$$

essendo:

- D_2 = detrazione in euro;
- P.E. = prezzo di elenco;
- C = coefficiente che assume il seguente valore: 8,0 KN.

- St_{Marshall} = valore della stabilità Marshall determinata in laboratorio e i cui limiti minimi di accettazione sono 6,0 KN:
- 5,0 = coefficiente correttivo espresso in kN.

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Impresa. Per quanto riguarda i vuoti residui Marshall non potrà essere accettata una variazione ai limiti di progetto.

E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezzario, del materiale con vuoti residui superiori agli estremi del campo di accettazione (3%-5%).

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti, potrà essere tollerata una variazione del 7% agli estremi del campo di accettazione. E' comunque esclusiva discrezione della Direzione Lavori l'accettazione, con applicazione a titolo di penale di una riduzione del 10% al prezzo unitario della miscela di conglomerato bituminoso previsto nel prezzario, del materiale con vuoti residui diversi da quanto previsto.

SCHEDA SCHEMATICA PER SPLITTMASTIX

AGGREGATO GROSSO

Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"	≤ 18 %
% in peso frantumato	100 %
Coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.)	≥ 45

AGGREGATO FINO

% in peso frantumato	≥ 90 %
Equivalente in sabbia	≥ 80

ADDITIVI

Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5	□ PA ≥ 5 °C
Passante al setaccio UNI 0,40 mm (per via umida)	100 %
Passante al setaccio UNI 0,075 mm (per via umida)	80 %
Indice di plasticità	Non plastico

BITUME

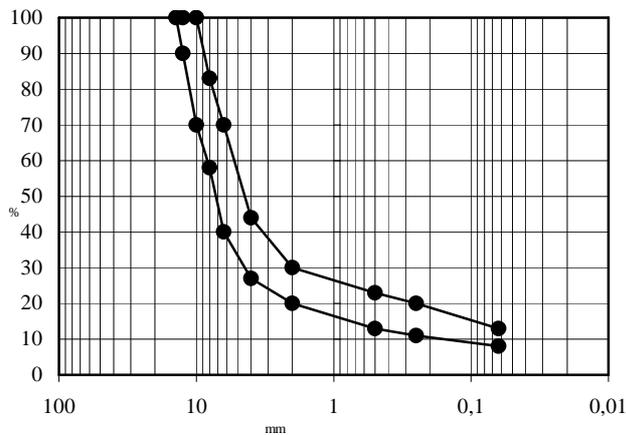
Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento (R&B)	≥ 65 °C
Indice di penetrazione	≥ +2
Punto di rottura Fraass (minimo)	- 16 °C
Ritorno elastico a 25° C	≥ 75%
Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)	100 ÷ 250
Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)	0,2 ÷ 0,6
Stabilità allo stoccaggio a caldo	≤ 3°C
Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test	≥ 70 %
Viscosità dinamica a T = 60 °C, (Pa · s) dopo Rolling Thin Film Oven Test	0,2 ÷ 0,6
Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test	≤ +8

FIBRE MINERALI

% fibre (in peso)	0,25 ÷ 0,40
Lunghezza media (micron)	200 ÷ 300
Diametro medio (micron)	5 ÷ 6
Resistenza alla trazione (GPa)	1 ÷ 2
Allungamento massimo	1,5 a 2,5 %
Resistenza alla temperatura	550 °C ÷ 650 °C

CONGLOMERATO BITUMINOSO

Stabilità Marshall S	≥ 11 KN
Rigidezza S/s (kN/mm)	3 ÷ 5
Percentuale dei vuoti residua	3 ÷ 5 %
Massa volumica in opera	97 % val. Marshall
Resistenza a trazione indiretta a 10 °C (N/mm ²)	1 ÷ 2,5
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C (N/mm ²)	0,8 ÷ 1,2
Resistenza a trazione indiretta a 40 °C (N/mm ²)	0,20 ÷ 0,40



setacci	limite sup	limite inf
14	100	
12.5	90	100
10	70	100
8	58	76
6.3	40	50
4	27	23
2	20	19
0.5	13	12
0.25	11	20
0.063	8	13

CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI

ADERENZA

Coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchiatura SCIM o SUMMS	≥ 55
Tessitura geometrica (macro-rugosità) (HS)	≥ 0,55

REGOLARITÀ

Riding Confort Index (R.C.I.) misurato con l'apparecchiatura ARAN	< 6,5
(in alternativa al punto precedente) Indice I.R.I. (mm/m)	< 2
Ampiezza delle irregolarità per onde corte da 1 a 3,3 m misurata con l'apparecchiatura A.P.L.	2 mm
Ampiezza delle irregolarità per onde medie da 3,3 a 13 m misurata con l'apparecchiatura A.P.L.	4 mm

2.5 STRATO D'USURA PRESTAZIONALE ADDITIVATO CON POLIMERI SBR/NR

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi che devono rispettare le prescrizioni del CNR-BU n. 139/1992, "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali, additivato con polimeri elastomerici SBR/NR (stirene – butadiene – rubber).

In particolare queste miscele garantiscono prestazioni in opera elevatissime per quanto riguarda l'aderenza superficiale ai pneumatici e la drastica riduzione (fonoassorbimento) del rumore per rotolamento indotto dal traffico.

Qualificazione dei materiali

2.5.1.1 Aggregato Grosso

Dovranno essere impiegati esclusivamente frantumati di cava con una perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (UNI EN 1097-2) inferiore od uguale al 25% in peso.

La quantità di frantumato dovrà essere del 100%.

L'indice di forma "If" e di appiattimento "Ia" dovranno essere inferiori od uguali a 15 ed a 20 (UNI EN 933-3/4).

Il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) dovrà essere maggiore di 0,39 (CNR BU n. 140 del 15.10.1992).

La sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15.11.1980) dovrà essere $\leq 30\%$

Lo spogliamento in acqua a 40 °C (con eventuale impiego di "dopes" di adesione) dovrà essere 0% (CNR B.U. n. 138/92).

Gli aggregati da utilizzarsi saranno di qualsiasi natura, facilitando così l'utilizzo di inerti locali, senza particolari caratteristiche fisico-meccaniche; sarà il polimero SBR che conferirà le caratteristiche prestazionali sopra dette.

È facoltà della D.L. non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti (rapidi decadimenti di CAT scadente omogeneità dell'impasto per loro insufficiente affinità col bitume ed altro) anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

2.5.1.2 Aggregato Fino

L'aggregato fino di tutte le miscele sarà costituito esclusivamente da sabbie di frantumazione; la D.L. si riserverà di autorizzare l'uso di sabbie naturali o di fiume al massimo fino ad una percentuale del 10% in peso della miscela.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (UNI EN 1097-2) eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (UNI EN 933-8) dovrà essere superiore od uguale a 70.

2.5.1.3 Additivi minerali

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- potere rigidificante: (con un rapporto filler / bitume pari a 1,5) il ΔPA dovrà essere ≥ 5 °C (CNR B.U. n°122 del 20.1.88);

- vuoti Ridgen valore compreso fra 30 e 45, CNR B.U. n° 123 del 27.1.88.
- alla prova CNR B.U. n° 75 del 08.04.1980 i passanti in peso dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio UNI 0,500 mm	Passante in peso per via umida 100%
Setaccio UNI 0,250 mm	Passante in peso per via umida 90%
Setaccio UNI 0,063 mm	Passante in peso per via umida 80%

- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,063 mm più del 60% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- L'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR - UNI 10014).

2.5.1.4 Additivi polimerici

Gli additivi polimerici elastomerici (tipo SBR/NR), saranno forniti in granuli ed in qualità di "materia prima", accompagnati dalla seguente documentazione:

- certificazioni di prodotto materia prima;
- scheda analisi tecnica del prodotto;
- iscrizione al repertorio del riciclaggio del Ministero dell'Ambiente come da D.M. n. 203 del 08/05/03.

La percentuale e la granulometria sarà variabile in funzione dell'ottimizzazione dei componenti della miscela prevista nel mix design.

Dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- contenuto di altri inquinanti complessivamente $\leq 0,05\%$ in peso
- assenza di polimeri di composizione chimica diversa dagli elastomerici.

2.5.1.5 Fibre Sintetiche

Le fibre sintetiche, utilizzabili come addensanti e stabilizzanti, qualora previste in fase di studio, saranno fornite sotto forma di microfibre in granuli compressi, opportunamente polverizzate prima della loro immissione nella miscela.

La percentuale sarà variabile in funzione dell'ottimizzazione dei componenti della miscela prevista nel mix design per la tipologia di conglomerato prestazionale che si vuole realizzare.

2.5.1.6 Bitume

La quantità di bitume nel conglomerato dovrà essere quella ricavata dallo Studio Ottimale Preliminare (Mix Design), in funzione della quantità e della granulometria del polimero, tale da garantire le massime prestazioni alla miscela. Il tipo di legante sarà 50/70 o 70/100 su prescrizione della D.L.

2.5.1.7 Requisiti di accettazione

Il conglomerato bituminoso destinato allo strato di usura dovrà avere i requisiti di cui alla scheda prestazionale allegata alla fine del presente capitolato.

2.5.2 CONTROLLI E PROVE DI LABORATORIO

Sono ad esclusivo carico della D.L. tutte le prove di laboratorio per durante la stesa e successivi alla stesa (HS, CAT, rilievi fonometrici, ecc.) eseguite da Laboratorio Fiduciario della D.L., dotato di laboratorio mobile.

SCHEDA SCHEMATICA PER STRATO DI USURA PRESTAZIONALE ADDITIVATO CON POLIMERI SBR/NR

AGGREGATO GROSSO

Perdita in peso per abrasione con l'apparecchio "Los Angeles"	≤ 25 %
% in peso frantumato	100 %
Porosità	≤ 1,5 %
Coefficiente di imbibizione	< 0,015
Coefficiente di forma "C _f " e Coefficiente di appiattimento "C _a "	≤ 3 ; ≤ 1,58
Coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.)	> 0,39
Sensibilità al gelo	≤ 30 %

AGGREGATO FINO

% in peso frantumato	> 90 %
Perdita in peso alla prova Los Angeles	≤ 25 %
Equivalente in sabbia	≥ 70

ADDITIVI

Potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5	□ PA ≥ 5 °C
Passante al setaccio UNI 0,50 mm (per via umida)	100 %
Passante al setaccio UNI 0,063 mm (per via umida)	80 %
Indice di plasticità	Non plastico

POLIMERI SBR/NR

Tipo fornitura	Polveri o granuli
Polveri o granuli	Mix design

FIBRE SINTETICHE

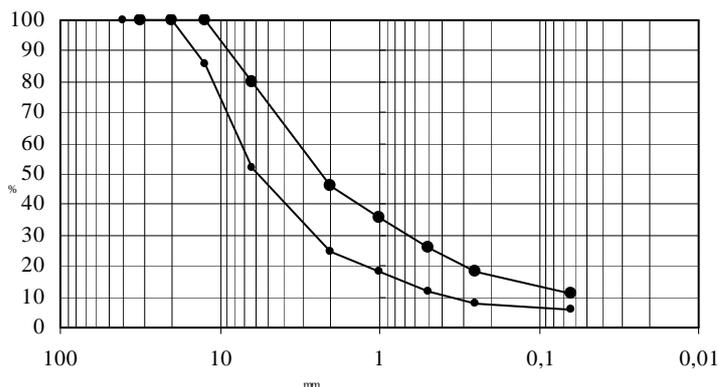
Poliammide	□ STM D-276/97
Poliestere	ASTM D-276/97

BITUME

	Normale "A"	Normale "B"
Penetrazione a 25 °C / 298 °K, 100g, 5 s.	50 ÷ 70 dmm	70 ÷ 100 dmm
Punto di rammollimento (R&B)	47 ÷ 54 °C	44 ÷ 49 °C
Indice di penetrazione	-1 ÷ +1	-1 ÷ +1
Punto di rottura Fraass (minimo)	- 5 °C	- 7 °C
Duttilità a 25 °C (minima)	---	---
Solubilità in solventi organici	≥ 99 %	≥ 99 %
Perdita per riscaldamento (volatilità) a 163 °C (massima)	± 0,2 %	± 0,5 %
Contenuto in paraffina (massimo)	2,5 %	2,5 %
Viscosità dinamica a T = 60 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)	100 ÷ 200	80 ÷ 190
Viscosità dinamica a T = 80 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)		
Viscosità dinamica a T = 160 °C, gradiente di velocità = 1 · s ⁻¹ , (Pa · s)	0,15 ÷ 0,25	0,05 ÷ 0,20
Penetrazione residua a 25 °C dopo Rolling Thin Film Oven Test	> 30	> 30
Variazione del punto di rammollimento dopo Rolling Thin Film Oven Test		

CONGLOMERATO BITUMINOSO

Stabilità Marshall eseguita a 60 °C (75 colpi/faccia)	≥ 11 KN	≥ 11 KN
Rigidità Marshall (kN/mm)	≥ 1,5 e < 3,5	≥ 1,5 e < 3,5
Percentuale dei vuoti residua su provini Marshall	3 ÷ 5 %	3 ÷ 5 %
Percentuale dei vuoti residua a rullatura terminata	3 ÷ 6 %	3 ÷ 6 %
Massa volumica in opera	≥ 97% val.Marshall	≥ 97% val. Marshall
Resistenza a trazione indiretta – provini Marshall (N/mm ²)	> 0,7	> 0,7
Resistenza a trazione indiretta - provini confezionati con compattatore giratorio secondo UNI EN 12697/31	> 0,7	> 0,7
Coefficiente di aderenza trasversale – strato appena finito (BPN) (CNR BU 105)	> 65	> 65
Coefficiente di aderenza trasversale – a due mesi della stesa (BPN) (CNR BU 105)	> 60	> 60
Capacità fonoassorbente: riduzione del livello sonoro alle frequenze di 1000 Hz e 5000 Hz (dB)	> 2,5	> 2,5



setacci	limite sup	limite inf
20	100	100
12,5	84	100
6,3	48	66
2	25	40
1	18	30
0,5	11	22
0,25	8	18
0,063	6	10

2.6 PRESCRIZIONI PER GLI IMPIANTI DI PRODUZIONE

Gli impianti di produzione avranno l'obbligo di produrre i conglomerati bituminosi previsti dal capitolato secondo i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate dalla serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere corredato dalla Marcatura CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione 2+.

L'impresa dovrà formulare la miscela ottimale da analizzare mediante prove preliminari al fine di determinare la composizione granulometrica e la quantità effettiva di bitume da impiegare nel conglomerato bituminoso secondo le modalità previste nelle normative UNI EN 13108-1-5-7-20-21.

PARTE III – Norme per la misurazione e valutazione delle opere

Art. III.1 – Norme generali

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco voci.

I lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla Direzione lavori e dall'Impresa.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'Appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione dei lavori con sufficiente preavviso.

Art. III.2 - Sovrastruttura stradale (massicciata)

A) FONDAZIONE E STRATO DI BASE

[Caso in cui il materiale di fondazione e dello strato di base si compensano a metro cubo oppure a spessore a compattazione avvenuta]

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica e lo strato di base, da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, saranno valutati per volume a metro cubo oppure a spessore di materiale steso in opera ed a costipamento ultimato.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione e di base sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) FONDAZIONE

[Caso in cui il materiale di fondazione si compensa a peso su autocarro o a metro cubo su autocarro]

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, sarà valutato a peso, risultante dal lordo e dalla tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

Qualora il materiale in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica venga computato per volume a metro cubo su autocarro, il relativo computo dei volumi dovrà risultare da appositi verbali in cui si evidenzia il volume dei cassoni degli autocarri e dei relativi cali dati da personale autorizzato dell'Amministrazione appaltante. La Direzione lavori, a sua insindacabile descrizione, potrà computare il volume del misto granulometrico su autocarro riferendosi al peso del materiale e dal peso in volume medio su autocarro risultante da apposito verbale di misurazione.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesce pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a descrizione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale di sorveglianza le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del misto granulometrico, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Art. III.3 – Conglomerati bituminosi

A) STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) E STRATO DI USURA

[Caso in cui il conglomerato bituminoso si compensa a peso o a volume su autocarro]

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di collegamento o utilizzati per il carico di avvallamenti sulla sede stradale (binder), sia per la realizzazione del tappeto di usura, saranno valutati a peso, mediante il lordo e la tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto dell'Amministrazione appaltante.

L'Amministrazione appaltante si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pesce pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si sottraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza dell'Amministrazione, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a descrizione dell'Amministrazione appaltante controllare con del proprio personale le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del conglomerato bituminoso, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

B) STRATO DI USURA

[Caso in cui il conglomerato bituminoso per il tappeto di usura si compensa al metro quadrato per spessore finito, ovvero a mqxcm]

I conglomerati bituminosi, per il tappeto di usura, verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo gli spessori previsti negli elaborati progettuali a compattazione avvenuta.

Dopo la messa in opera dei conglomerati bituminosi, il Direttore dei lavori, ai fini della contabilizzazione dell'opera, dovrà eseguire dei singoli rilevamenti, ovvero dovrà procedere al prelievo di carote (in numero non minore di 3) per ogni sezione stradale prescelta, e la media degli spessori di posa dei predetti prelievi risulterà lo spessore di calcolo del singolo rilevamento.

Il numero e l'ubicazione delle sezioni stradali saranno indicati a insindacabile giudizio dalla Direzione lavori.

Gli spessori delle singole carote sotto il 10 % del valore di progetto, non saranno considerati per il calcolo del valore medio di ogni singolo rilevamento, e il relativo tratto di strada dovrà essere oggetto di completo rifacimento a cura e spese dell'Appaltatore.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posto in opera è superiore a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori non verranno riconosciuti in sede di contabilità dei lavori stessi.

Se lo spessore medio dei singoli rilevamenti effettivamente posato in opera è minore di quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori ci si dovrà comportare nel seguente modo:

- si tollera un valore minimo assoluto pari al 90 % nei singoli rilevamenti, a quello indicato dagli elaborati progettuali o dalle indicazioni della Direzione lavori, salvi i casi particolari indicati dalla Direzione Lavori;
- per scostamenti maggiori di quelli sopra indicati, quando non risultino incompatibili con la buona riuscita dell'opera, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, daranno luogo a proporzionali detrazioni sull'importo complessivo dei lavori, da effettuarsi in sede contabile dei lavori o sul conto finale;

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".