



**ROMA ED ALTRI
LAVORI DI MANUTENZIONE ORDINARIA DELLE STRADE PROVINCIALI
VIABILITA' NORD – SEZIONI 1 E 2 – ANNO 2019**

Fase di progetto	ESECUTIVO Art.23, comma 8, D.Lgs 50/2016
C.U.P.	F46G18003240003

ELABORATO	SCHEMA DI CONTRATTO CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PARTE TECNICA
-----------	---

Dipartimento VII Viabilità Nord Viale Giorgio Ribotta 41 00144 Roma Tel. 06/67664240 Fax. 06/67667714	Responsabile del Procedimento	Ing. Giovanni Saura
	Progettista	Geom. Fabio De Santis Geom. Alessandro Toni Geom. Guido Gentili
	Coordinatore Progettazione D.Lgs 81/2008	Arch. Massimo Mondello

Commessa: C00919	C00919_PE_REL_R0	Data 23/04/2019
-------------------------	-------------------------	------------------------

<i>Revisione</i>	<i>Descrizione modifiche</i>	<i>Data</i>	<i>Redatto</i>	<i>Controllato</i>	<i>Approvato</i>
R0	Prima emissione	23/04/2019	Vari	Saura	Saura

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 2 di 22 File: RelTecnica

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SOVRASTRUTTURA STRADALE	4
3	DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI	5
3.1	DEMOLIZIONE TOTALE O PARZIALE DELLA PAVIMENTAZIONE CON FRESE	5
3.2	DEMOLIZIONE DELL'INTERA SOVRASTRUTTURA REALIZZATA CON SISTEMI TRADIZIONALI	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E NORMATIVE	6
4.1	NOTE GENERALI	6
4.2	MISTI GRANULARI	6
4.3	AGGREGATI ED ADDITIVI MINERALI (FILLERS) PER USI STRADALI	6
4.4	MISTI CEMENTATI	6
4.5	BITUMI	6
4.6	EMULSIONI BITUMINOSE	7
4.7	CONGLOMERATI BITUMINOSI	7
4.8	ULTERIORI PROVE	7
5	STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE	8
5.1	DESCRIZIONE	8
5.2	CARATTERISTICHE DEL MATERIALE DA IMPIEGARE.	8
5.3	STUDI PRELIMINARI.	9
5.4	MODALITÀ ESECUTIVE	9
6	FONDAZIONI IN MISTO CEMENTATO	10
6.1	DESCRIZIONE.	10
6.2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARSI.	10
6.3	MISCELA - PROVE DI LABORATORIO E IN SITO.	11
6.4	PREPARAZIONE.	11
6.5	POSA IN OPERA.	11
6.6	PROTEZIONE SUPERFICIALE.	12
6.7	NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI E DI ACCETTAZIONE.	12
7	LEGANTI BITUMINOSI	13
7.1	BITUMI	13
7.2	EMULSIONI BITUMINOSE	13
7.3	ADDITIVI	14
8	CONGLOMERATI BITUMINOSI – STRATO DI BASE	14
8.1	DESCRIZIONE.	14
8.2	MATERIALI INERTI.	14
8.3	ADDITIVI MINERALI(FILLERS)	15
8.4	LEGANTE	15
8.5	MISCELA	15
8.6	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE.	16
8.7	FORMAZIONE E CONFEZIONE DEGLI IMPASTI.	16
8.8	POSA IN OPERA DELLE MISCELE.	17
9	CONGLOMERATI BITUMINOSI – STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)	18
9.1	DESCRIZIONE	18
9.2	MATERIALI INERTI.	18
9.3	ADDITIVI MINERALI (FILLERS)	19
9.4	LEGANTE.	20
9.5	MISCELE.	20

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 3 di 22 File: RelTecnica

10	CONGLOMERATI BITUMINOSI – STRATO DI USURA	21
10.1	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE.	22
10.2	FORMAZIONE E CONFEZIONE DEGLI IMPASTI.	22
10.3	POSA IN OPERA DELLE MISCELE	22
11	CONGLOMERATI BITUMINOSI – ATTIVANTI ADESIONE	22

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 4 di 22 File: RelTecnica

1 PREMESSA

Il presente costituisce il Capitolato Speciale d'Appalto – sezione Norme Tecniche – per l'esecuzione di tutte le opere, le provviste e quanto altro occorra per la realizzazione de

Lavori di Manutenzione Ordinaria delle Strade Provinciali Viabilità Nord – Sezioni 1 e 2 – Anno 2018

Il capitolato è diviso nelle seguenti sezioni:

- sovrastruttura stradale
- demolizione delle pavimentazioni esistenti
- caratteristiche dei materiali e normative
- strati di fondazione
- leganti bituminosi
- conglomerati bituminosi

2 SOVRASTRUTTURA STRADALE

In linea generale, salvo diversa disposizione della D.L. la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con pendenza che la Direzione Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettilineo o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla D.L. i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La DL ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso laboratori indicati dalla medesima.

L'approvazione della Direzione dei Lavori circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza nella massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 5 di 22 File: RelTechnica

3 DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

3.1 Demolizione totale o parziale della pavimentazione con frese

La demolizione della parte di sovrastruttura legata a bitume per l'intero spessore o per parte di esso, per la larghezza e la profondità prescritte dalla DL dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, dotate di nastro caricatore per il carico dei materiali di risulta che sarà trasportato a discarica, a cura e spesa dell'Impresa, fuori delle pertinenze stradali.

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

La superficie del cavo, nel caso di demolizioni parziali, dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera.

Nel caso di demolizione parziale della pavimentazione sui viadotti, nelle campate in cui la Direzione Lavori intende evitare che vengano demoliti i giunti esistenti, l'impresa dovrà delimitare la zona mediante tagli della pavimentazione con macchina taglia giunti e procedere alla demolizione mediante martello demolitore.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione prescritti dalla D.L. Qualora questi dovessero risultare inadeguati a contingenti situazioni in essere e comunque diversi per difetto o per eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediata 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 demolizione 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 sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla DL munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

Se la demolizione dello strato legato a bitume interessa uno spessore inferiore ai 15 cm potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa, mentre per spessori superiori ai 15 cm si devono effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm di base per lato.

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

Sia la superficie risultante dalla fresatura che le pareti del cavo dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco prescritta dalla Direzione Lavori.

Nel caso di demolizione totale l'impresa è tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita (fondazione). Il costipamento sarà effettuato con idonei rulli sia vibranti che statici fino a raggiungere la massima densità possibile.

Dopo la compattazione la fondazione sarà sottoposta a prove di carico su piastra di 30 cm di diametro ed il relativo modulo di deformazione M_e dovrà risultare non inferiore a 100 N/mm^2 per un intervallo di carico compreso tra $1,5$ e $2,5 \text{ N/mm}^2$. I controlli verranno eseguiti almeno ogni 2000 m^2 di superficie di fondazione.

3.2 Demolizione dell'intera sovrastruttura realizzata con sistemi tradizionali

La demolizione dell'intera sovrastruttura può anche essere eseguita con l'impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della DL ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti dello scavo devono essere perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolate.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00 Data 10/06/2008 Pagina 6 di 22 File: RelTecnica
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	

Eventuali danni causati dall'azione dei mezzi sulla parte della pavimentazione da non demolire devono essere riparati a cura e spese dell'Impresa.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E NORMATIVE

4.1 Note generali

Con riferimento a quanto stabilito al paragrafo A i materiali da impiegare nei lavori, dovranno rispondere ai requisiti in seguito fissati, in base alle normative vigenti. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra diversi tipi dello stesso materiale sarà fatta, di volta in volta, in base al giudizio della DL.

4.2 Misti granulari

PROVA	NORMATIVA
Abrasione Los Angeles	CNR- BU n. 34/73
Analisi granulometrica	ASTM D.422
Limiti di Atteberg	ASTM D.423 e D.424
Prova di carico su piastra	Svizzera SVN 701372.2
Prova AASHTO modificata	ASTM D 1557

4.3 Aggregati ed additivi minerali (Fillers) per usi stradali

PROVA	NORMATIVA
Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi per costruzioni stradali	CNR - Fascicolo IV/1953
Campionatura di aggregati	CNR- BU n. 93/83
Analisi granulometrica	CNR- BU n. 23/71
Equivalente in sabbia	CNR- BU n. 27/72
Abrasione Los Angeles	CNR- BU n. 34/73
Coefficienti di forma ed appiattimento	CNR- BU n. 85/84
Coefficiente di levigatezza accelerata	CNR- BU n. 140/92

4.4 Misti cementati

Oltre alle precedenti:

PROVA	NORMATIVA
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliana)	CNR- BU n. 97/84
Prova CBR	CNR - UNI 10009

4.5 Bitumi

PROVA	NORMATIVA
Campionatura dei bitumi per usi stradali	CNR - BU n. 81/80

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00 Data 10/06/2008 Pagina 7 di 22 File: RelTecnica
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	

Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali	CNR - Fascicolo II/51
Penetrazione	CNR - BU n. 24/71
Punto di rammollimento P.A.	CNR - BU n. 35/73
Solubilità in solventi organici	CNR - BU n. 48/75
Punto di rottura Fraas	CNR - BU n. 43/74
Norme per l'accettazione dei bitumi (aggior.)	CNR - BU n. 68/78
Rolling Thin-Film Oven Test (RTFOT)	ASTM D 2872
Punto di infiammabilità	CNR - BU n. 72/79

4.6 Emulsioni bituminose

PROVA	NORMATIVA
Campionatura delle emulsioni bituminose	CNR- BU n. 98/84
Contenuto di legante	CNR- BU n.100/84
Contenuto di acqua	CNR- BU n.101/84
Contenuto di flussante	CNR- BU n.100/84
Viscosità Engler	CNR- BU n.102/84

4.7 Conglomerati bituminosi

PROVA	NORMATIVA
Campionatura dei conglomerati bituminosi	CNR - BU n. 61/78
Stabilità e scorrimento Marshall	CNR - BU n. 30/73
Contenuto di legante	CNR - BU n. 38.73
Porosità o percentuale dei vuoti	CNR - BU n. 39/73
Massa volumica (già peso di volume)	CNR - BU n. 40/73
Effetto dell'immersione in acqua sulla stabilità Marshall	CNR - BU n. 121/87
Resistenza a trazione indiretta e deformazione a rottura	CNR - BU n. 97/84
Resistenza all'attrito radente	CNR - BU n. 105/85
Sistema dell'altezza in sabbia HS	CNR - BU n° 94/83

4.8 Ulteriori prove

Per quanto concerne ulteriori prove prescritte nelle presenti Norme Tecniche le loro normative saranno indicate negli articoli che le comprendono.

5 STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE

5.1 Descrizione

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 UNI 0,4.

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 DL in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm.

5.2 Caratteristiche del materiale da impiegare.

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

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % totale in peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75÷100
Crivello 25	60÷87
Crivello 10	35÷67
Crivello 5	25÷55
Setaccio 2	15÷40
Setaccio 0,4	7÷22
Setaccio 0,075	2÷10

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore 2/3;
4. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
5. equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);
6. 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 \pm 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), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 9 di 22 File: RelTecnica

5.3 Studi preliminari.

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla DL mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno. In particolare verrà eseguita l'analisi granulometrica, la perdita in peso alla prova Los Angeles, l'equivalente in sabbia, la prova AASHTO modificata per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima, la prova CBR.

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.

5.4 Modalità 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 tra 10 e 20 cm e dovrà presentarsi, dopo costipazione, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

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

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata eseguita preventivamente.

La misura della densità in sito si eseguirà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che in volume, gli elementi di dimensione > 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. 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.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità dello stabilizzato che non dovrà discostarsi più del 2% (in eccesso o in difetto) da quella ottima determinata con la prova AASHTO modificata.

Il valore del modulo di deformazione ME, nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm², non dovrà essere inferiore a 100 N/mm².

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

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato.

Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione bituminosa avente i requisiti richiesti all'art. E.2, saturata con graniglia, a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

6 FONDAZIONI IN MISTO CEMENTATO

6.1 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 DL.

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

6.2 Caratteristiche dei materiali da impiegarsi.

- **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 UNI 0,075), 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 crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	72÷90
Crivello 15	53÷70
Crivello 10	40÷55
Crivello 5	28÷40
Setaccio 2	18÷30
Setaccio 0,4	8÷18
Setaccio 0,18	6÷14
Setaccio 0,075	5÷10

3. perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore o uguale al 30%;
4. equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
5. indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla DL la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 11 di 22 File: RelTecnica

Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al crivello 5 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori.

- **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%-3,5% sul peso degli inerti asciutti
- **Acqua.** Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

6.3 Miscela - Prove di laboratorio e in sito.

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

Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. 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 AASHTO T180 a 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 percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale 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 "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.

6.4 Preparazione.

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

6.5 Posa in opera.

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.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 12 di 22 File: RelTecnica

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 ambienti inferiori a 0°C e 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 è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

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

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

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

6.6 Protezione superficiale.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito la posa in opera di un velo protettivo di emulsione bituminosa (vedi il successivo punto E.2) in ragione di 1 ÷ 2 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

6.7 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 misura della 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.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. 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

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 13 di 22 File: RelTecnica

di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del 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 la 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 determinato in laboratorio di oltre +/- 20%; 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 i 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.

7 LEGANTI BITUMINOSI

I leganti bituminosi saranno i bitumi semisolidi per uso stradale oppure le emulsioni bituminose.

7.1 Bitumi

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi. Saranno inoltre utilizzati per la produzione di emulsioni bituminose da impiegare come mani di ancoraggio (punto 2)

Il bitume dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, con le variazioni proposte dal CEN.

A giudizio insindacabile della Direzione Lavori verranno usati bitumi B 50-70 e B 70-100 che dovranno avere, in particolare, le seguenti caratteristiche:

CARATTERISTICHE	B 50-70	B 70-100
Penetrazione a 25°C,dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento, P&A, °C	46-54	43-51
Punto di rottura FRAAS, °C	<-8	<-10
Solubilità in tricloroetilene, % min	99	99
Punto di infiammabilità, °C, min	230	230
Invecchiamento (RTFOT), penetrazione residua, % min	50	46
Invecchiamento (RTFOT), variazione max P&A, °C	+11	+11

7.2 Emulsioni bituminose

Le emulsioni bituminose avranno la funzione di mano di attacco tra la fondazione e lo strato di base o tra uno strato di conglomerato e l'altro. Dovranno possedere i seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	
Contenuto in acqua, % in peso	max 45

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 14 di 22 File: RelTecnica

Contenuto di legante, % in peso	min 55
Contenuto di bitume, % in peso	min 52
Contenuto di flussante, % in peso	max 3
Viscosità ENGLER a 20°C	3-8 °E

Il legante estratto come residuo della distillazione della emulsione dovrà presentare i requisiti di penetrazione e di punto di rammollimento indicati per i bitumi nel punto 1.

7.3 Additivi

Su richiesta della DL, dovranno essere usati per i bitumi additivi attivanti l'adesione bitume-inerti (dopes di adesione). Essi saranno costituiti da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido-poliammine.

Il loro dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli inerti e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3 e lo 0,6 sul peso dei bitume da trattare.

I tipi di dopes, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno essere approvati dalla DL. L'aggiunta di dopes sarà verificata mediante la prova di "spoliazione" eseguita secondo la Norma ASTM D 1664/80.

Ne dovrà risultare una quantità massima di inerte spoliato, non superiore al 5%.

8 CONGLOMERATI BITUMINOSI – STRATO DI BASE

8.1 Descrizione.

Lo strato di base sarà costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. I Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo IV/1953), impastato con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli idonei rulli.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

8.2 Materiali inerti.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (trattenuto al vaglio UNI 5) sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della DL e che comunque non potrà essere inferiore al 70% della miscela degli inerti) e da ghiaie, che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino (passante al vaglio UNI 5) sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove MARSHALL, ma comunque non dovrà essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia superiore a 60.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 15 di 22 File: RelTecnica

- la qualità delle rocce e degli elementi litici di fiume da cui sono ricavate per frantumazione la sabbia deve essere tale, per cui la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sul granulato della stessa provenienza non dovrà essere superiore al 25%.

8.3 Additivi minerali(fillers)

Gli additivi minerali (fillers), proverranno dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o saranno costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto e dovranno soddisfare:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: minimo 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: minimo 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

8.4 Legante

Il tipo di bitume B 50-70 o B 70-100 verrà prescritto di volta in volta dalla DL. Per i suoi requisiti di accettazione si richiama a quanto disposto nell'art. E.1

8.5 Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica come da seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	% passante in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	70÷95
Crivello 15	45÷70
Crivello 10	35÷60
Crivello 5	25÷50
Setaccio 2	20÷40
Setaccio 0,4	6÷20
Setaccio 0,18	4÷14
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità MARSHALL eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg con valori dello scorrimento compresi tra 1,5 e 3,5 mm; inoltre il valore della rigidità MARSHALL, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità MARSHALL dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.
- il volume dei vuoti residui, a compattazione completata in opera, dovrà essere compreso tra il 5% e il 9%, comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 97% della massa volumica dei provini compattati in laboratorio;

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 16 di 22 File: RelTecnica

8.6 Controllo dei requisiti di accettazione.

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale.

La DL si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 5\%$ e di sabbia superiore a $\pm 3\%$ sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di $\pm 0,3\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

Su richiesta della DL, in ogni cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato.

In quest'ultimo laboratorio dovranno essere eseguite, quando necessarie, almeno con frequenza giornaliera:

- 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 mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche MARSHALL del conglomerato e precisamente: massa volumica media di due prove; percentuale di vuoti, media di due prove; stabilità e rigidità MARSHALL.

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 dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori 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 DL effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

8.7 Formazione e confezione degli impasti.

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, 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; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

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

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 17 di 22 File: RelTecnica

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

La zona destinata all'ammanimento 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 miscelazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della DL in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

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

8.8 Posa in opera delle miscele.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa avente i requisiti richiesti all'art. E.2, in ragione di 0,5 Kg/m².

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 18 di 22 File: RelTecnica

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

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

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibranti gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella MARSHALL dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni

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

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

9 CONGLOMERATI BITUMINOSI – STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

9.1 Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo definizioni riportate all'Art.1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con idonei rulli.

9.2 Materiali inerti.

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per gli strati di collegamento e di usura dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles anziché col metodo DEVAL.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 19 di 22 File: RelTechnica

L'aggregato grosso (trattenuto al vaglio UNI 5) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo;
- i coefficienti di forma Cf ed appiattimento Ca dovranno essere uguali o minori rispettivamente a 3 e 1,58;

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore od uguale al 20%;
- almeno il 95% del materiale trattenuto al vaglio UNI5 deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 (I Categoria delle Norme CNR fasc. IV/1953) e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;
- i coefficienti di forma Cf ed appiattimento Ca dovranno essere minori o uguali rispettivamente a 3 e 1,58;
- coefficiente di levigatezza accelerata non inferiore a 0,45;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per strati di collegamento ed usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e materiali estranei.

L'aggregato fino (passante al vaglio UNI 5) sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove MARSHALL, ma comunque non dovrà essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia non inferiore a 60;
- materiale non idrofilo con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nei caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le norme della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.
- la qualità delle rocce o comunque degli elementi litici da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà essere tale, per cui si avrà una perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sul granulato della stessa provenienza, inferiore al 25%;

9.3 Additivi minerali (fillers)

Gli additivi minerali (fillers), proverranno dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o saranno costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto e soddisferanno i seguenti requisiti:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): % passante in peso: minimo 100;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): % passante in peso: minimo 90.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

Per lo strato di usura, a richiesta della D.L., il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6÷8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della D.L. in base a prove e ricerche di laboratorio

9.4 Legante.

Il bitume per strati di collegamento ed usura dovrà essere preferibilmente il tipo B 50-70 salvo diverso avviso della DL in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere ai requisiti descritti nell'art.E.1.

9.5 Miscele.

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	% passante in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65÷100
Crivello 10	50÷80
Crivello 5	30÷60
Setaccio 2	20÷45
Setaccio 0,4	7÷25
Setaccio 0,18	5÷15
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra 4% e 5,5% riferito al peso degli aggregati. Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità MARSHALL eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg con valori dello scorrimento compresi tra 1,5 e 4 mm; inoltre il valore della rigidità MARSHALL, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità MARSHALL dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%.
- 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 indicato.
- il volume dei vuoti residui, a compattazione completata in opera, dovrà essere compreso tra 5% e 8%, comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 97% della massa volumica dei provini compattati in laboratorio;
- nel caso che fosse necessario aprire al traffico lo strato di collegamento, il valore della resistenza all'attrito radente misurato con l'apparecchio SKID-TESTER e quello di HS (altezza in sabbia) non dovranno risultare inferiori rispettivamente a 50 ed a 0,4.

10 CONGLOMERATI BITUMINOSI – STRATO DI USURA

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica come da seguente fusso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	FUSO A % passante in peso	FUSO B % passante in peso
Crivello 20	100	
Crivello 15	90÷100	100
Crivello 10	70÷90	70÷90
Crivello 5	40÷55	40÷60
Setaccio 2	25÷38	25÷38
Setaccio 0,4	11÷20	11÷20
Setaccio 0,18	8÷15	8÷15
Setaccio 0,075	6÷10	6÷10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5,0% ed il 6,0% riferito al peso totale degli aggregati.

Il fusso A dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 5 cm.

Il fusso B dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- esistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza;
- il valore della stabilità MARSHALL eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 1000 Kg con valori dello scorrimento compresi tra 1,5 e 4 mm; inoltre il valore della rigidità MARSHALL, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 350;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità MARSHALL dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3% e 6%;
- 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 quelli precedentemente indicati;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- il volume dei vuoti residui, a compattazione completata in opera, dovrà essere compreso tra 4% e 8%, comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 98% della massa volumica dei provini compattati in laboratorio;
- ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3-6%;
- l'impermeabilità dovrà essere praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini MARSHALL con permeametro a carico costante di 50 cm H₂O, non dovrà risultare superiore a 10E-6 cm/s.
- il valore della resistenza all'attrito radente misurata con l'apparecchio SKID-TESTER e quello di HS (altezza in sabbia) non dovranno risultare inferiori rispettivamente a 60 ed a 0,4.

Città Metropolitana Roma Capitale Dipartimento VII	C00919_RT_PP_R0	Rev. 00
	Roma ed altri – MO Sez1, 2 – 2019	Data 10/06/2008 Pagina 22 di 22 File: RelTecnica

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova MARSHALL venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

Solamente su autorizzazione della D.L. potranno essere prelevati campioni di conglomerato sciolto per essere inviati a laboratori indicati dalla D.L. stessa, ove verranno confezionati i provini per la prova MARSHALL.

10.1 Controllo dei requisiti di accettazione.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

10.2 Formazione e confezione degli impasti.

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

10.3 Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

11 CONGLOMERATI BITUMINOSI – ATTIVANTI ADESIONE

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati, su richiesta della DL, potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-inerti (dopes d'adesione) di cui all'art.E.3, in particolare nei seguenti casi:

1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 140°C richiesta all'atto della stesa

2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume.

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nel bitume dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantirne la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio.