



Concessioni Autostradali Venete CAV S.p.a. - Via Bottenigo, 64/A 30175 Venezia

DIREZIONE TECNICA

Concessioni Autostradali
Venete - CAV S.p.A.

16 - 02

N. PROGETTO

Lavori di manutenzione ordinaria e ciclica per il
rifacimento di tratti ammalorati della pavimentazione
e dei giunti stradali della rete in concessione.
Anni 2016-2017

PROGETTO ESECUTIVO

CAPITOLATO SPECIALE - NORME TECNICHE

Elab .n.

3

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Sabato Fusco

IL PROGETTISTA

Ing. Enrico Bartolini

ELABORAZIONE A CURA DI:

ing. Alberto Michieletto

ing. Sebastiano Nardin

ASSISTENTE PROGETTAZIONE:

p.i. Dino Zampieri

PROGETTAZIONE SPECIALISTICA:

Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data
01					gennaio 2016
02					
03					
04					

Codice Progetto :

PREMESSA

Il presente Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche regola l'appalto per l'esecuzione da parte dell'Impresa appaltatrice dei lavori di manutenzione ordinaria e ciclica per il rifacimento di tratti ammalorati della pavimentazione e dei giunti stradali della rete in concessione – anni 2016-2017 ed integra, facendone parte sostanziale, il contratto che verrà stipulato, e pertanto la sottoscrizione del Contratto d'Appalto implica di per sé l'accettazione integrale, senza riserve od eccezioni, del presente Capitolato Speciale Norme Tecniche in ogni sua parte, nessuna esclusa.

Il Capitolato Speciale d'Appalto di cui sopra consta di n. 4 capitoli di seguito riportati:

- Capitolo 1: Pavimentazioni
- Capitolo 2: Giunti
- Capitolo 3: Segnaletica orizzontale
- Capitolo 4: Gestione dei rifiuti

DISPOSIZIONI PARTICOLARI

L'apertura dei singoli cantieri di lavoro è subordinata all'approvazione della D.LL. che deve coordinare l'esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto con quella di eventuali altri lavori manutentori nello stesso tratto autostradale, sulla base dei programmi di lavoro presentati dall'Impresa.

L'Impresa sarà in ogni caso responsabile e tenuta a rifondere i danni risentiti dalla Società appaltante o da terzi in dipendenza della esecuzione dei lavori oggetto del presente appalto; in particolare l'Impresa è responsabile dell'esatto adempimento delle disposizioni riguardanti la segnalazione, la custodia e la guardiania dei cantieri sia diurna che notturna.

In caso di necessità la D.LL. potrà ordinare materiali di segnalazione (cartelli, cavalletti, coni, lampade, ecc.) aggiuntivi a quelli già prescritti nelle Norme di sicurezza, anch'essi rispondenti alle norme vigenti.

Tale onere sarà a carico dell'Impresa.

CAPITOLO 1 – PAVIMENTAZIONI

SOMMARIO

1.1	Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo	3
1.2	Caratteristiche dei materiali	3
2.1	Demolizione degli strati di fondazione	5
2.2	Fondazione in misto cementato confezionato in centrale	5
2.2.1	Descrizione.....	5
2.2.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	5
2.2.3	Caratteristiche della miscela	6
2.2.4	Studio della miscela	8
2.2.5	Modalità esecutive.....	8
2.2.6	Norme di controllo delle lavorazioni.....	9
2.3	Fondazione in misto cementato in sito	10
2.3.1	Descrizione.....	10
2.3.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	10
2.3.3	Caratteristiche della miscela	11
2.3.4	Studio della miscela	13
2.3.5	Modalità esecutive.....	13
2.3.6	Norme di controllo delle lavorazioni.....	14
2.4	Fondazione o sottobase in misto cementato ad alta portanza e duttilità in sito ..	14
2.4.1	Descrizione.....	14
2.4.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	14
2.4.3	Caratteristiche della miscela	15
2.4.4	Studio della miscela	17
2.4.5	Modalità esecutive.....	17
2.4.6	Norme di controllo delle lavorazioni.....	18
2.5	Fondazione in misto granulare non legato	19
2.5.1	Descrizione.....	19
2.5.2	Caratteristiche dei materiali da impiegare	19
2.5.3	Caratteristiche della miscela	20
2.5.4	Studio della miscela	21
2.5.5	Modalità esecutive.....	22
2.5.6	Norme di controllo delle lavorazioni.....	22
3.1	Leganti bituminosi semisolidi.....	23
3.1.1	Descrizione.....	23
3.1.2	Bitumi di base	23
3.1.3	Bitumi modificati	24

4.2	Demolizione pavimentazione totale o parziale di strati in conglomerato bituminoso realizzata con frese	26
4.3	Conglomerati bituminosi con bitume tradizionale	27
4.3.1	Conglomerato bituminoso per strati di base	27
4.3.2	Conglomerato bituminoso per strati di binder (collegamento)	34
4.3.3	Conglomerato bituminoso per strati di usura.....	41
4.4	Conglomerati bituminosi con bitume modificato	48
4.4.1	Conglomerato bituminoso per strati di base modificata.....	48
4.4.2	Conglomerato bituminoso per strati di binder (collegamento) modificata.....	52
4.4.3	Conglomerato bituminoso per strati di usura modificata	56
4.4.4	Conglomerato bituminoso per strati di usura multifunzionale.....	60
4.4.5	Conglomerato bituminoso per strati di usura drenante	64
4.4.6	Conglomerato bituminoso per strati di base drenante.....	69
4.5	Conglomerati bituminosi con bitume alto modulo.....	74
4.5.1	Conglomerato bituminoso per strati di base alto modulo.....	74
4.5.2	Conglomerato bituminoso per strati di binder alto modulo.....	78
4.5.3	Sottobase in conglomerato bituminoso riciclato a freddo con emulsione bituminosa sovrastabilizzata e cemento	82
5.1	Controllo dei requisiti di accettazione delle pavimentazioni.....	86
5.1.1	Studi preliminari di formulazione del conglomerato bituminoso.....	86
5.1.2	Modalità di verifica dei materiali e delle lavorazioni.....	86
5.1.3	Controllo dei requisiti prestazionali delle pavimentazioni	90

ARTICOLO 1 – QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

1.1 CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel punto 1.2. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti di fiducia ed indicati dalla Società appaltante, nonché per le corrispondenti prove di esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

1.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Con riferimento a quanto stabilito al punto 1.1 i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, volta per volta, in base a giudizio della Direzione dei Lavori, la quale, per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

a) Acqua :

dovrà essere dolce, limpida, per quanto possibile esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche, o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme UNIE EN 1008.

b) Leganti idraulici - Calci aeree

dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme:

- UNI EN 197-1 "Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni"
- UNI EN 459-1 "Calci da costruzione - Parte 1: Definizioni, specifiche e criteri di conformità"

c) Aggregati per la costruzione del corpo stradale

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalla Norma UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade" ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

d) Aggregati per l'uso nelle pavimentazioni stradali:

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalla Norma UNI EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico" ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

e) Bitumi, Emulsioni bituminose:

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti rispettivamente dalla Norma UNI EN 12591 "Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali", UNI EN 14023 "Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati con polimeri" e UNI EN 13808 "Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche per le emulsioni cationiche bituminose" ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

I conglomerati bituminosi per essere ritenuti idonei e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- Temperatura della miscela alla produzione e alla consegna (valori di soglia)
- Contenuto minimo di legante (categoria e valore reale)
- -Composizione granulometrica (valore %)
- Contenuto dei vuoti .

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE ma contenute nelle presenti Norme Tecniche).

ARTICOLO 2 – FONDAZIONI STRADALI LEGATE A LEGANTE IDRAULICO E NON LEGATE

2.1 DEMOLIZIONE DEGLI STRATI DI FONDAZIONE

La demolizione dell'intera sovrastruttura potrà avvenire, oltre che con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, anche con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.LL. ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

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

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

2.2 FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO CONFEZIONATO IN CENTRALE

2.2.1 DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in un unico strato (salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori).

2.2.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

2.2.2.1 *Aggregati*

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni contenute nell'allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 12522 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade". Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

Tabella n° 1

CARATTERISTICHE AGGREGATI MISTO CEMENTATO IN CENTRALE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	< 40
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	< 30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	< 1
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	> 30
Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8	%	> 60
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%	< 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	< 35
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.

2.2.2.2 Legante

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5.

La percentuale di cemento dovrà essere superiore al 3% sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

2.2.2.3 Acqua

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 1\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

2.2.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato confezionato in centrale per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 933-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

Tabella n° 2		
FUSO GRANULOMETRICO MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN CENTRALE		
APERTURA SETACCIO (mm)	PASSANTI	
	LIMITE INFERIORE (%)	LIMITE SUPERIORE (%)
63	100	100
31,5	85	100
16	55	80
8	35	65
4	25	50
2	18	40
1	14	34
0,5	10	28
0,063	4	11

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela studiata in laboratorio e validata ed accettata dalla Direzione Lavori eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente purché non vengano superati i limiti del fuso:

Tabella n° 3			
TOLLERANZE RISPETTO ALLA CURVA OTTIMALE PER MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN CENTRALE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio da 2 mm)	UNI EN 933-1	%	± 7
Aggregato fine (passante al setaccio da 2 mm e trattenuto al 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 4
Filler (passante al setaccio 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 3

La miscela di misto cementato prodotto in centrale dovrà presentare le caratteristiche meccaniche (su provini confezionati all'ottimo di umidità secondo la norma UNI EN 13286-50) conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

Tabella n° 4			
CARATTERISTICHE MECCANICHE MISCELA DI MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN CENTRALE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 giorni	UNI EN 13286-41	N/mm ²	2,5 ÷ 5,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 giorni	UNI EN 13286-42	N/mm ²	> 0,25

Lo strato di fondazione in misto cementato prodotto in centrale costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Tabella n° 5			
CARATTERISTICHE MECCANICHE MISCELA DI MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN CENTRALE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione (intervallo 0,15 - 0,25 N/mm ²) a 24 ore dalla compattazione	CNR B.U. 146	N/mm ²	> 150
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	CNR B.U. 22	%	> 95

2.2.4 STUDIO DELLA MISCELA

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Lo studio completo dovrà comprendere le seguenti fasi:

- valutazione delle proprietà fisiche dell'aggregato o della miscela di aggregati;
- determinazione, per la frazione grossa, della resistenza alla frammentazione (coefficiente Los Angeles) e dei coefficienti di forma ed appiattimento;
- verifica, per il passante al setaccio da 2 mm, dell'equivalente in sabbia e dell'indice di plasticità;
- individuazione della tipologia di cemento da utilizzare;
- definizione della curva granulometrica ottimale;
- determinazione dell'umidità ottima di costipamento;
- determinazione, su tre provini confezionati con tre differenti contenuti di cemento e acqua (l'umidità ottimale di costipamento va incrementata dello 0,5% per ogni punto percentuale di cemento aggiunto), delle:
 - resistenza a compressione ad espansione laterale libera su provini maturati a 7gg in ambiente saturo;
 - resistenza a trazione ad espansione laterale libera su provini maturati a 7gg in ambiente saturo;

ai fini della definizione dei contenuti ottimali di acqua e di cemento.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione. L'Impresa dovrà proporre alla D.L. la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

2.2.5 MODALITÀ ESECUTIVE

Le miscele saranno confezionate in impianti fissi automatizzati, d'idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

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

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dalla D.L. la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti gommate a 4 assi o cingolate dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento sia longitudinale che trasversale.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 5°C e superiori a 35°C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a discrezione della D.L., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

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

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

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 eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $0,5 \div 1,0 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

2.2.6 NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

I controlli saranno eseguiti dalla Direzione Lavori o da un laboratorio di fiducia, ogni 1000 metri quadri e comunque ogni giornata di lavoro.

Saranno verificate tutte le caratteristiche fisico/meccaniche della miscela posta in opera e le caratteristiche meccaniche e di addensamento dello strato di fondazione, secondo quanto riportato nel presente articolo.

2.3 FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO IN SITO

2.3.1 DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di aggregati costituenti la preesistente fondazione in misto granulare o da materiale nuovo da miscelare in sito, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua.

2.3.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

2.3.2.1 *Aggregati*

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni contenute nell'allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade". Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella: ☐

Tabella n° 6			
CARATTERISTICHE AGGREGATI MISTO CEMENTATO IN SITO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	< 63
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	< 30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	< 1
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	> 30
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	> 60
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%	< 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	< 35
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.

2.3.2.2 *Legante*

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5

La percentuale di cemento dovrà essere superiore al 3% sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente
CAP. 1

questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

2.3.2.3 *Acqua*

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 1\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

2.3.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato confezionato in sito per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 933-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

Tabella n° 7		
FUSO GRANULOMETRICO MISTO CEMENTATO IN SITO		
APERTURA SETACCIO (mm)	PASSANTI	
	LIMITE INFERIORE (%)	LIMITE SUPERIORE (%)
63	100	100
31,5	85	100
16	55	80
8	35	65
4	25	50
2	18	40
1	14	34
0,5	10	28
0,063	4	11

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 e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra $\pm 2\%$ 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.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela studiata in laboratorio e validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente purché non vengano superati i limiti del fuso:

Tabella n° 8			
TOLLERANZE RISPETTO ALLA CURVA OTTIMALE PER MISTO CEMENTATO IN SITO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio da 2 mm)	UNI EN 933-1	%	± 7
Aggregato fine (passante al setaccio da 2 mm e trattenuto al 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 4
Filler (passante al setaccio 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 3

La miscela di misto cementato prodotto in sito dovrà presentare le caratteristiche meccaniche (su provini confezionati all'ottimo di umidità secondo la norma UNI EN 13286-50) conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

Tabella n° 9			
CARATTERISTICHE MECCANICHE MISCELA DI MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN SITO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 giorni	UNI EN 13286-41	N/mm ²	2,5 ÷ 5,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 giorni	UNI EN 13286-42	N/mm ²	> 0,25

Lo strato di fondazione in misto cementato prodotto in sito costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Tabella n° 10			
CARATTERISTICHE MECCANICHE MISCELA DI MISTO CEMENTATO IN SITO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione (intervallo 0,15 - 0,25 N/mm ²) a 24 ore dalla compattazione	CNR B.U. 146	N/mm ²	> 120
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	CNR B.U. 22	%	> 95

2.3.4 STUDIO DELLA MISCELA

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Lo studio completo dovrà comprendere le seguenti fasi:

- valutazione delle proprietà fisiche dell'aggregato o della miscela di aggregati;
- determinazione, per la frazione grossa, della resistenza alla frammentazione (coefficiente Los Angeles) e dei coefficienti di forma ed appiattimento;
- verifica, per il passante al setaccio da 2 mm, dell'equivalente in sabbia e dell'indice di plasticità; ☐
- individuazione della tipologia di cemento da utilizzare;
- definizione della curva granulometrica ottimale;
- determinazione dell'umidità ottima di costipamento;
- determinazione, su tre provini confezionati con tre differenti contenuti di cemento e acqua (l'umidità ottimale di costipamento va incrementata dello 0,5% per ogni punto percentuale di cemento aggiunto), delle:
 - resistenza a compressione ad espansione laterale libera su provini maturati a 7gg in ambiente saturo;
 - resistenza a trazione ad espansione laterale libera su provini maturati a 7gg in ambiente saturo;

ai fini della definizione dei contenuti ottimali di acqua e di cemento.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione. L'Impresa dovrà proporre alla D.L. la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

2.3.5 MODALITÀ ESECUTIVE

La rimozione della parte di strato da trattare dovrà essere realizzata mediante scarifica con idonea pala cingolata munita di "rippers" per uno spessore non inferiore a 25 cm (dovrà essere controllata la validità dalla D.L.). Il cemento o la miscela cemento-cenere preventivamente omogeneizzata a secco in impianto caricando da due silos diversi lo stesso distributore da usare in sito, nelle quantità stabilite, verrà distribuita in modo uniforme su tutta la superficie rimossa mediante idonei spargitori. Se inizia a piovere durante questa operazione, si renderà necessario interrompere la distribuzione del cemento ed iniziare immediatamente la miscelazione del cemento con il misto granulare.

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di 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 25 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.

Tuttavia, a discrezione della D.L., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;

- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa, se non si fa uso della tavola sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

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 eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $0,5 \div 1,0 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

2.3.6 NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

I controlli saranno eseguiti dalla Direzione Lavori o da un laboratorio di fiducia, ogni 1000 metri quadri e comunque ogni giornata di lavoro.

Saranno verificate tutte le caratteristiche fisico/meccaniche della miscela posta in opera e le caratteristiche meccaniche e di addensamento dello strato di fondazione, secondo quanto riportato nel presente articolo.

2.4 FONDAZIONE O SOTTOBASE IN MISTO CEMENTATO AD ALTA PORTANZA E DUTTILITÀ IN SITO

2.4.1 DESCRIZIONE

Il misto cementato per fondazione (sottobase) con miscelazione in sito sarà costituito da una miscela di aggregati costituenti la preesistente fondazione in misto granulare miscelata con il conglomerato bituminoso esistente, mediante idonei miscelatori (pulvimixer), dopo aggiunta di cemento ed acqua.

La percentuale di fresato di conglomerato bituminoso esistente e di fondazione esistente sarà definita dalla DL in base al progetto di intervento.

2.4.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

2.4.2.1 Legante

I cementi impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento UE N. 305/2011 sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 197-1.

Saranno impiegati unicamente cementi della classe di resistenza 32.5

La percentuale di cemento dovrà essere superiore al 5% sul peso degli inerti asciutti. E' possibile sostituire parzialmente questa percentuale con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione. Orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche, scaturirà da apposite prove di laboratorio. Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

2.4.2.2 Acqua

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro $\pm 1\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

2.4.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato confezionato in sito per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 933-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

Tabella n° 7		
FUSO GRANULOMETRICO MISTO CEMENTATO IN SITO		
APERTURA SETACCIO (mm)	PASSANTI	
	LIMITE INFERIORE (%)	LIMITE SUPERIORE (%)
63	100	100
31,5	85	100
16	55	80
8	35	65
4	25	50
2	18	40
1	14	34
0,5	10	28
0,063	4	11

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 e per un CAP. 1

massimo del 20% in peso del totale della miscela.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra $\pm 2\%$ 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.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela studiata in laboratorio e validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente purché non vengano superati i limiti del fuso:

Tabella n° 8			
TOLLERANZE RISPETTO ALLA CURVA OTTIMALE PER MISTO CEMENTATO IN SITO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio da 2 mm)	UNI EN 933-1	%	± 7
Aggregato fine (passante al setaccio da 2 mm e trattenuto al 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 4
Filler (passante al setaccio 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 3

La miscela di misto cementato prodotto in sito dovrà presentare le caratteristiche meccaniche (su provini confezionati all'ottimo di umidità secondo la norma UNI EN 13286-50) conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

Tabella n° 9			
CARATTERISTICHE MECCANICHE MISCELA DI MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN SITO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 giorni	UNI EN 13286-41	N/mm ²	3,5 ÷ 6,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 giorni	UNI EN 13286-42	N/mm ²	> 0,35

Lo strato di fondazione in misto cementato prodotto in sito costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Tabella n° 10			
CARATTERISTICHE MECCANICHE MISCELA DI MISTO CEMENTATO IN SITO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione (intervallo 0,15 - 0,25 N/mm ²) a 24 ore dalla compattazione	CNR B.U. 146	N/mm ²	> 150
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	CNR B.U. 22	%	> 95

2.4.4 STUDIO DELLA MISCELA

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati.

Lo studio completo dovrà comprendere le seguenti fasi:

- valutazione delle proprietà fisiche dell'aggregato o della miscela di aggregati;
- determinazione, per la frazione grossa, della resistenza alla frammentazione (coefficiente Los Angeles) e dei coefficienti di forma ed appiattimento;
- verifica, per il passante al setaccio da 2 mm, dell'equivalente in sabbia e dell'indice di plasticità; ☐
- individuazione della tipologia di cemento da utilizzare;
- definizione della curva granulometrica ottimale;
- determinazione dell'umidità ottima di costipamento;
- determinazione, su tre provini confezionati con tre differenti contenuti di cemento e acqua (l'umidità ottimale di costipamento va incrementata dello 0,5% per ogni punto percentuale di cemento aggiunto), delle:
 - resistenza a compressione ad espansione laterale libera su provini maturati a 7gg in ambiente saturo;
 - resistenza a trazione ad espansione laterale libera su provini maturati a 7gg in ambiente saturo;

ai fini della definizione dei contenuti ottimali di acqua e di cemento.

Lo studio della miscela, la natura e quantità dei materiali costituenti e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione. L'Impresa dovrà proporre alla D.L. la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

2.4.5 MODALITÀ ESECUTIVE

La miscelazione, preceduta da umidificazione il cui grado sarà definito in funzione della percentuale di 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 25 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.

Tuttavia, a discrezione della D.L., potrà essere consentita la stesa a temperature diverse.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;

- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm e carico di almeno 18 t. Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti-gommati comunque tutti approvati dalla D.L., delle stesse caratteristiche sopra riportate.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad una abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione

con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

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

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

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 eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $0,5 \div 1,0 \text{ Kg/m}^2$, in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto e successivo spargimento di sabbia.

2.4.6 NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

I controlli saranno eseguiti dalla Direzione Lavori o da un laboratorio di fiducia, ogni 1000 metri quadri e comunque ogni giornata di lavoro.

Saranno verificate tutte le caratteristiche fisico/meccaniche della miscela posta in opera e le caratteristiche meccaniche e di addensamento dello strato di fondazione, secondo quanto riportato nel presente articolo.

2.4.6.1 Prove di portanza con piastra LWD

Le prove LWD devono rispettare la norma ASTM E2583-07 e andranno eseguite applicando uno sforzo di sollecitazione paria circa 70 kPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 ms.

Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 kg con una altezza di caduta (misurata tra terreno e base di carico) paria 100 cm.

Le battute LWD dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra < 3%.

Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite di scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati di almeno 5 metri tra loro, lo strato andrà riaddensato.

Il modulo elastico misurato con LWD dovrà essere superiore a 80 MPa dopo 4 ore di maturazione.

2.4.6.2 Prove di portanza con piastra statica

La verifica della portanza dello strato finito sarà eseguita anche attraverso verifiche mediante prove di carico su piastra circolare del diametro di 300 mm secondo la norma CNR BU 146 con intervallo di carico compreso tra $0,15 \text{ N/mm}^2$ e $0,25 \text{ N/mm}^2$ che dovrà rispettare i seguenti requisiti in funzione del tempo di maturazione dello strato:

- 60 N/mm² dopo 6 ore;
- 80 N/mm² dopo 12 ore.

2.5 FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE NON LEGATO

2.5.1 DESCRIZIONE

Il misto granulare non legato è costituito da una miscela di aggregati ottenuti mediante trattamento di materiali naturali, artificiali o riciclati.

2.5.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DA IMPIEGARE

2.5.2.1 Aggregati

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni contenute nell'allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade". Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Gli aggregati utilizzati dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

Tabella n° 11			
CARATTERISTICHE AGGREGATI MISTO GRANULARE NON LEGATO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	< 63
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	< 30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	< 1
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	> 60
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	%	< 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	%	< 35
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.

2.5.3 CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare non legato per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 933-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

Tabella n° 12		
FUSO GRANULOMETRICO MISTOGRANULARE NON LEGATO		
APERTURA SETACCIO (mm)	PASSANTI	
	LIMITE INFERIORE (%)	LIMITE SUPERIORE (%)
63	100	100
31,5	85	100
16	55	80
8	35	65
4	25	50
2	18	40
1	14	34
0,5	10	28
0,063	4	11

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 e per un massimo del 20% in peso del totale della miscela.

La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con variazione compresa tra $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

L'umidità potrà essere controllata in cantiere con sistemi rapidi.

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela studiata in laboratorio e validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente purché non vengano superati i limiti del fuso:

Tabella n° 13

TOLLERANZE RISPETTO ALLA CURVA OTTIMALE PER MISTO GRANULARE NON LEGATO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio da 2 mm)	UNI EN 933-1	%	± 7
Aggregato fine (passante al setaccio da 2 mm e trattenuto al 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 4
Filler (passante al setaccio 0,063 mm)	UNI EN 933-1	%	± 3

Lo strato di fondazione in misto granulare non legato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

Tabella n° 14

CARATTERISTICHE MECCANICHE MISCELA DI MISTO GRANULARE NON LEGATO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Modulo di deformazione (intervallo 0,15 - 0,25 N/mm ²) a 24 ore dalla compattazione	CNR B.U. 146	N/mm ²	> 80
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	CNR B.U. 22	%	> 95
Indice di portanza CBR (4 giorni in acqua)	UNI EN 13286-47	%	> 50

2.5.4 STUDIO DELLA MISCELA

L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale. Tale studio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2) e l'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione (UNI EN 13286-47).

Lo studio della miscela, la fonte di approvvigionamento e le modalità di produzione dovranno essere documentate e presentate alla Direzione Lavori entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

L'Indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47) sul materiale passante al setaccio 45, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua, dovrà essere superiore a 50%. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ±2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

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.

Lo studio completo dovrà comprendere le seguenti fasi:

- valutazione delle proprietà fisiche dell'aggregato o della miscela di aggregati;
- determinazione, per la frazione grossa, della resistenza alla frammentazione (coefficiente Los Angeles) e dei coefficienti di forma ed appiattimento;
- verifica, per il passante al setaccio da 2 mm, dell'equivalente in sabbia e dell'indice di plasticità;
- definizione della curva granulometrica ottimale;
- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento;

- determinazione dell'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione;
- indice di portanza CBR confezionato con il $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

2.5.5 MODALITÀ ESECUTIVE

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di compattezza 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. 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 ricostituito 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 D.L. con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento). La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di 4,5 m 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.

2.5.6 NORME DI CONTROLLO DELLE LAVORAZIONI

I controlli saranno eseguiti dalla Direzione Lavori o da un laboratorio di fiducia, ogni 1000 metri quadri e comunque ogni giornata di lavoro.

Saranno verificate tutte le caratteristiche fisico/meccaniche della miscela posta in opera e le caratteristiche meccaniche e di addensamento dello strato di fondazione, secondo quanto riportato nel presente articolo.

ARTICOLO 3 – LEGANTI BITUMINOSI

3.1 LEGANTI BITUMINOSI SEMISOLIDI

3.1.1 DESCRIZIONE

Per leganti bituminosi semisolidi s'intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati. I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

In particolare, e per quanto applicabile, si fa esplicito riferimento Regolamento CPR 305/2011 in materia di prodotti da costruzione.

Nell'ambito di tale direttiva si richiamano le norme: UNI EN 12591 Bitumi Tradizionali UNI EN 14023 Bitumi Modificati UNI EN 13808 Emulsioni.

3.1.2 BITUMI DI BASE

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate in TABELLA 15 impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Tabella n° 15			
CARATTERISTICHE BITUMI DI BASE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 ÷ 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46 ÷ 54
Indice di penetrazione	---	---	-2,2 ÷ +0,6
Punto di rottura Fraas	UNI EN 12593	°C	< -8
Solubilità in solventi organici	---	%	> 99
Punto di infiammabilità	EN ISO 2592	°C	> 230
Viscosità dinamica a 60°C	UNI EN 13302	Pa*s	> 150
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa*s	> 0,10
Contenuto in paraffina	UNI EN 12606-1	%	< 2,5

Tabella n° 16

CARATTERISTICHE EMULSIONI ACIDE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Contenuto di legante (per distillazione)	UNI EN 1431	%	> 63
Adesione	EN 13614	%	> 90
Tempo di eflusso (2mma 40°C)	UNI EN 12846	s	< 20
penetrazione a 25°C (su bitume estratto)	UNI EN 1426	dmm	< 220
Punto di rammollimento (su bitume estratto)	UNI EN 1427	°C	> 39

3.1.3 BITUMI MODIFICATI

I bitumi di base potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

SOFT : modifica di facile tecnologia e con le caratteristiche riportate nella tabella 17 colonna 1

HARD : modifiche di tecnologia complessa e con le caratteristiche riportate nella tabella 17 colonna 2.

I bitumi di tipo soft potranno entrambi essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali salvo diversa indicazione della Committente.

☐

Tabella n° 17

CARATTERISTICHE BITUMI MODIFICATI				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	SOFT	HARD
			VALORE LIMITE	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50 ÷ 70	45 ÷ 60
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 60	> 70
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 80	> 90
Punto di rottura Fraas	UNI EN 12593	°C	< -12	< -16
Solubilità in solventi organici	---	%	> 99	> 99
Punto di infiammabilità	EN ISO 2592	°C	> 250	> 250
Viscosità dinamica a 100°C	UNI EN 13302	Pa*s	> 20	> 70
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa*s	> 0,20	> 0,4
Δ penetrazione a 25°C (dopo tuben test)	UNI EN 13399 - UNI EN 1426	dmm	< 5	< 5
Δ punto di rammollimento (dopo tuben test)	UNI EN 13399 - UNI EN 1427	°C	< 3	< 3

Tabella n° 18

CARATTERISTICHE BITUMI ALTO MODULO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	20 ÷ 40
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 75
Punto di rottura Fraas	UNI EN 12593	°C	< -17
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	> 90
Punto di infiammabilità	EN ISO 2592	°C	> 250
Viscosità dinamica a 100°C	UNI EN 13302	Pa*s	> 60
Viscosità dinamica a 160°C	UNI EN 13302	Pa*s	> 0,60
Solubilità in solventi organici	---	%	> 99
Δ penetrazione a 25°C (dopo tuben test)	UNI EN 13399 - UNI EN 1426	dmm	< 5
Δ punto di rammollimento (dopo tuben test)	UNI EN 13399 - UNI EN 1427	°C	< 3

Tabella n° 19

CARATTERISTICHE EMULSIONI MODIFICATE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Contenuto di legante (per distillazione)	UNI EN 1431	%	> 68
Adesione	EN 13614	%	> 90
Tempo di eflusso (2mma 40°C)	UNI EN 12846	s	< 20
penetrazione a 25°C (su bitume estratto)	UNI EN 1426	dmm	40 ÷ 70
Punto di rammollimento (su bitume estratto)	UNI EN 1427	°C	> 65
Viscosità dinamica a 160°C (su bitume estratto)	UNI EN 1427	°C	> 0,3

ARTICOLO 4 – CONGLOMERATI BITUMINOSI

4.2 DEMOLIZIONE PAVIMENTAZIONE TOTALE O PARZIALE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO REALIZZATA CON FRESE

La demolizione della parte della sovrastruttura 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.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla Committente; dovranno inoltre avere caratteristiche tali che il materiale risultante dall'azione di scarifica risulti idoneo a giudizio della D.LL. per il reimpiego nella confezione di nuovi conglomerati.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi tappeti da porre in opera; dovranno inoltre risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tal quale o modificato.

Non saranno tollerate scanalature provocate da tamburi ed utensili inadeguati o difformemente usurati che presentino una profondità misurata tra cresta e gola superiore a 0.3 cm.

La fresatura destinata alla sola rimozione dello strato di usura dovrà essere effettuata con l'ausilio di specifici tamburi (rulli) per la fresatura fine consentendo di ottenere un piano liscio e privi di canalicoli di dimensione eccessiva.

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

Lo spessore della demolizione dovrà corrispondere in tutti i suoi punti a quanto stabilito dalla D.LL. e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale dello scavo.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla D.LL. munite di spazzole e dispositivi aspiranti, in grado di dare un piano depolverizzato, perfettamente pulito.

La non idonea pulizia delle superfici potrà provocare una penalizzazione sul prezzo di elenco del 15%.

La demolizione dello strato legato a bitume potrà essere effettuata con uno o più passaggi di fresa, secondo quanto previsto dal progetto o prescritto dalla D.LL.; nei casi in cui si debbano effettuare più passaggi, si avrà cura di ridurre la sezione del cassonetto inferiore formando un gradino tra uno strato demolito ed il successivo di almeno 10 cm di base per ciascun lato.

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

4.3 CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUME TRADIZIONALE

4.3.1 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE

Il conglomerato è costituito da una miscela di aggregati (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al paragrafo 3.1.2 di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi conformi alla tabella n°15 del paragrafo 3.1.2.

2.4.6.2 *Aggregati*

Gli aggregati lapidei, naturali o artificiali, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o d'additivazione

Inoltre i materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

Si richiama la seguente norma elaborata dal UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

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

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della norma UNI EN 13043.

Nel caso d'inerte grosso di provenienza artificiale o da riciclaggio dovranno essere inserite tutte le informazioni necessarie riguardanti la rispondenza degli stessi ai requisiti di legge in materia di compatibilità con l'ambiente.

PEZZATURA FINE (dimensione inferiore di 4 mm):

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o artificiali provenienti da frantumazione. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo devono possedere le caratteristiche riassunte nella TABELLA 20.

Tabella n° 20

CARATTERISTICHE AGGREGATO FINE BASE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60
Indice di plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100

PEZZATURA GROSSA (dimensione maggiore di 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai requisiti indicati tabelle successive per i diversi tipi di conglomerato.

Tabella n° 21

CARATTERISTICHE AGGREGATI GROSSI BASE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 25
Micro Deval umida	UNI EN 1097-1	%	≤ 20
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	≥ 70
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	31,5
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1
Affinità col bitume a 24 ore	UNI EN 12697-11	%	> 60
Indice di forma	UNI EN 933-3	%	≤ 20
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 1,5

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

ADDITIVI:

L'additivo (filler) frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume normale deve soddisfare i requisiti indicati in TABELLA 22.

Tabella n° 22

CARATTERISTICHE FILLER BASE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Passante al setaccio 0,25 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≥ 80
Indice di plasticità	CNR UNI 10014		N.P.

INERTI RICICLATI:

Potranno essere anche confezionati conglomerati con inerte riciclato, ossia conglomerati bituminosi realizzati con l'impiego parziale d'inerte proveniente da preesistenti pavimentazioni, recuperato con lavorazioni di fresatura (preferibilmente a freddo) o con demolizione integrale e successivamente frantumato.

E' consentito esclusivamente l'utilizzo di inerte di riciclo proveniente da fresature autostradali preferibilmente della società CAV Spa.

La percentuale massima consentita in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, per lo strato di base è del 30 %.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Le caratteristiche meccaniche del conglomerato non dovranno comunque risentire dell'impiego d'inerti riciclati.

2.4.6.3 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 23		
FUSO GRANULOMETRICO BASE		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
31,5	100	100
20	70	100
16	55	90
12,5	45	85
8	35	70
4	25	55
2	17	40
0,5	8	22
0,25	6	16
0,063	4	8
% bitume rif. Inerti (*)	3,8	4,8
Spessore minimo cm	8	

() Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.*

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

REQUISITI DI ACCETTAZIONE BASE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
METODO MARSHALL			
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 9
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	2,5 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	4 ÷ 7
METODO VOLUMETRICO			
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600
Diametro del provino	---	mm	150
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	10 ÷ 15
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	4 ÷ 8
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 60

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

L'Impresa è tenuta a provvedere con congruo anticipo (almeno 15 giorni prima della posa in opera) rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni impianto di confezionamento, all'esecuzione degli studi di mix design per la definizione della composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele e di tutti i componenti che intende impiegare, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Nello specifico, per ogni miscela impiegata, gli studi dovranno contenere:

- Caratterizzazione fisico/meccanica degli inerti impiegati;
- Caratteristiche meccaniche del bitume vergine;
- Caratteristiche meccaniche del bitume estratto dal conglomerato confezionato (dopo l'impiego di inerti riciclati) al fine di utilizzare tali parametri come controllo in sede di produzione;
- Progetto della curva granulometrica;
- Indicazione dei dosaggi (e del quantitativo di inerti riciclati);

- Temperatura di confezionamento;
- Temperatura di compattazione;
- Determinazione del contenuto ottimale di legante con tre diverse percentuali di bitume (con metodo volumetrico o con metodo Marshall): la miscela scelta dovrà soddisfare tutti i requisiti di accettazione sopra riportati (sia con metodo volumetrico sia con metodo Marshall) e risultare la migliore in termini di prestazioni meccaniche all'interno dell'intervallo di contenuto di bitume scelto;
- Determinazione del numero di cicli a fatica medi della miscela ottimale secondo la norma UNI EN 12697-24 allegato E alla temperatura di 25°C, con provino diametro 150 mm, pressione assiale 600 kPa, con forza di assestamento di 50 N, tempo di carico 100 msec, tempo di scarico 400 msec e coefficiente di Poisson di 0,35. Tale parametro sarà utilizzato in sede di controllo di produzione come valore limite con un margine di -10 %

L'impresa dovrà inoltre provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio da essa incaricato. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Qualora l'Impresa fornisca un prodotto con caratteristiche compositive innovative, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere prove comparative con materiali tradizionali corrispondenti, presso un proprio laboratorio da essa incaricato ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti, sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

L'Impresa dovrà indicare il livello di frequenza di controllo (livello X,Y Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 2 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, e necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva e/o essere preventivamente scaldato a fiamma.

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 azzerramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per lo strato di base e binder dovranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati e del peso non inferiore a 12 tonnellate

Per lo strato di base la miscela bituminosa verrà 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 dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa acida al 55% stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Tra due strati di conglomerato bituminoso dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

4.3.2 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BINDER (COLLEGAMENTO)

Il conglomerato è costituito da una miscela di aggregati (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al paragrafo 3.1.2 di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi conformi alla tabella n°15 del paragrafo 3.1.2

2.4.6.2 *Aggregati*

Gli aggregati lapidei, naturali o artificiali, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati

bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o d'additivazione

Inoltre i materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

Si richiama la seguente norma elaborata dal UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

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

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della norma UNI EN 13043.

Nel caso d'inerte grosso di provenienza artificiale o da riciclaggio dovranno essere inserite tutte le informazioni necessarie riguardanti la rispondenza degli stessi ai requisiti di legge in materia di compatibilità con l'ambiente.

PEZZATURA FINE (dimensione inferiore di 4 mm):

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o artificiali provenienti da frantumazione. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo devono possedere le caratteristiche riassunte nella TABELLA 25.

Tabella n° 25			
CARATTERISTICHE AGGREGATO FINE BINDER			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 70
Indice di plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100

PEZZATURA GROSSA (dimensione maggiore di 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai requisiti indicati tabelle successive per i diversi tipi di conglomerato.

Tabella n° 26

CARATTERISTICHE AGGREGATI GROSSI BINDER			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 22
Micro Deval umida	UNI EN 1097-1	%	≤ 18
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	100
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	25
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1
Affinità col bitume a 24 ore	UNI EN 12697-11	%	> 60
Indice di forma	UNI EN 933-3	%	≤ 20
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 20
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 1,5

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti anche se rispondenti ai limiti sopra indicati.

ADDITIVI:

L'additivo (filler) frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume normale deve soddisfare i requisiti indicati in TABELLA 27.

Tabella n° 27

CARATTERISTICHE FILLER BINDER			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Passante al setaccio 0,25 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≥ 80
Indice di plasticità	CNR UNI 10014		N.P.

INERTI RICICLATI:

Potranno essere anche confezionati conglomerati con inerte riciclato, ossia conglomerati bituminosi realizzati con l'impiego parziale d'inerte proveniente da preesistenti pavimentazioni, recuperato con lavorazioni di fresatura (preferibilmente a freddo) o con demolizione integrale e successivamente frantumato.

E' consentito esclusivamente l'utilizzo di inerte di riciclo proveniente da fresature autostradali preferibilmente della società CAV Spa.

La percentuale massima consentite in peso di materiale riciclato riferito al totale della miscela degli inerti, per lo strato di binder è del 20 %.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Le caratteristiche meccaniche del conglomerato non dovranno comunque risentire dell'impiego d'inerti riciclati.

2.4.6.3 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 28		
FUSO GRANULOMETRICO BINDER		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
31,5	100	100
20	80	100
16	70	100
12,5	60	85
8	45	72
4	32	55
2	22	42
0,5	11	25
0,25	8	18
0,063	6	10
% bitume rif. Inerti (*)	4,5	5,5
Spessore minimo cm	6	

(*) Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

REQUISITI DI ACCETTAZIONE BINDER			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
METODO MARSHALL			
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 10
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	3,0 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6
METODO VOLUMETRICO			
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600
Diametro del provino	---	mm	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	10 ÷ 14
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 0,8
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 60

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

L'Impresa è tenuta a provvedere con congruo anticipo (almeno 15 giorni prima della posa in opera) rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni impianto di confezionamento, all'esecuzione degli studi di mix design per la definizione della composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele e di tutti i componenti che intende impiegare, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Nello specifico, per ogni miscela impiegata, gli studi dovranno contenere:

- Caratterizzazione fisico/meccanica degli inerti impiegati;
- Caratteristiche meccaniche del bitume vergine;
- Caratteristiche meccaniche del bitume estratto dal conglomerato confezionato (dopo l'impiego di inerti riciclati) al fine di utilizzare tali parametri come controllo in sede di produzione;
- Progetto della curva granulometrica;
- Indicazione dei dosaggi (e del quantitativo di inerti riciclati);

- Temperatura di confezionamento;
- Temperatura di compattazione;
- Determinazione del contenuto ottimale di legante con tre diverse percentuali di bitume (con metodo volumetrico o con metodo Marshall): la miscela scelta dovrà soddisfare tutti i requisiti di accettazione sopra riportati (sia con metodo volumetrico sia con metodo Marshall) e risultare la migliore in termini di prestazioni meccaniche all'interno dell'intervallo di contenuto di bitume scelto;
- Determinazione del numero di cicli a fatica medi della miscela ottimale secondo la norma UNI EN 12697-24 allegato E alla temperatura di 25°C, con provino diametro 100 mm, pressione assiale 600 kPa, con forza di assestamento di 50 N, tempo di carico 100 msec, tempo di scarico 400 msec e coefficiente di Poisson di 0,35. Tale parametro sarà utilizzato in sede di controllo di produzione come valore limite con un margine di -10 %

L'impresa dovrà inoltre provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio da essa incaricato. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Qualora l'Impresa fornisca un prodotto con caratteristiche compositive innovative, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere prove comparative con materiali tradizionali corrispondenti, presso un proprio laboratorio da essa incaricato ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti, sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

L'Impresa dovrà indicare il livello di frequenza di controllo (livello X,Y Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 2 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, e necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

2.4.6.6 *Modalità esecutive*

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva e/o essere preventivamente scaldato a fiamma.

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 azzerramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per lo strato di base e binder dovranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati e del peso non inferiore a 12 tonnellate

Tra due strati di conglomerato bituminoso dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

4.3.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA

Il conglomerato è costituito da una miscela di aggregati (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al paragrafo 3.1.2 di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi conformi alla tabella n°15 del paragrafo 3.1.2.

2.4.6.2 *Aggregati*

Gli aggregati lapidei, naturali o artificiali, di primo impiego ~~e di riciclo~~, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o d'additivazione. Per questo strato è vietato l'uso di aggregati riciclati.

Inoltre i materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

Si richiama la seguente norma elaborata dal UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

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

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della norma UNI EN 13043.

Nel caso d'inerte grosso di provenienza artificiale dovranno essere inserite tutte le informazioni necessarie riguardanti la rispondenza degli stessi ai requisiti di legge in materia di compatibilità con l'ambiente.

PEZZATURA FINE (dimensione inferiore di 4 mm):

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o artificiali provenienti da frantumazione. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo devono possedere le caratteristiche riassunte nella TABELLA 31.

Tabella n° 31			
CARATTERISTICHE AGGREGATO FINE USURA			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 75
Indice di plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100

PEZZATURA GROSSA (dimensione maggiore di 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai requisiti indicati tabelle successive per i diversi tipi di conglomerato.

Tabella n° 32			
CARATTERISTICHE AGGREGATI GROSSI USURA			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 20
Micro Deval umida	UNI EN 1097-1	%	≤ 15
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	100
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	20
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1
Affinità col bitume a 24 ore	UNI EN 12697-11	%	> 65
Indice di forma	UNI EN 933-3	%	≤ 15
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 15
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 1,5
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%	> 45

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti anche se rispondenti ai limiti sopra indicati.

ADDITIVI:

L'additivo (filler) frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume normale deve soddisfare i requisiti indicati in TABELLA 33.

Tabella n° 33			
CARATTERISTICHE FILLER USURA			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Passante al setaccio 0,25 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≥ 80
Indice di plasticità	CNR UNI 10014		N.P.

2.4.6.3 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 34		
FUSO GRANULOMETRICO USURA		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
12,5	100	100
8	70	90
4	40	60
2	25	38
0,5	12	21
0,25	9	16
0,063	6	9
% bitume rif. Inerti (*)	5,0	6,0
Spessore minimo cm	3	

() Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.*

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

REQUISITI DI ACCETTAZIONE USURA			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
METODO MARSHALL			
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 12
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	2,5 ÷ 4,0
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6
METODO VOLUMETRICO			
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600
Diametro del provino	---	mm	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	10 ÷ 14
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 1,0
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 60

In seguito verrà indicata con D_m la densità del provino Marshall e con D_g la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

L'impresa è tenuta a provvedere con congruo anticipo (almeno 15 giorni prima della posa in opera) rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni impianto di confezionamento, all'esecuzione degli studi di mix design per la definizione della composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele e di tutti i componenti che intende impiegare, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali.

Nello specifico, per ogni miscela impiegata, gli studi dovranno contenere:

- Caratterizzazione fisico/meccanica degli inerti impiegati;
- Caratteristiche meccaniche del bitume vergine;
- Caratteristiche meccaniche del bitume estratto dal conglomerato confezionato al fine di utilizzare tali parametri come controllo in sede di produzione;
- Progetto della curva granulometrica;

- Indicazione dei dosaggi;
- Temperatura di confezionamento;
- Temperatura di compattazione;
- Determinazione del contenuto ottimale di legante con tre diverse percentuali di bitume (con metodo volumetrico o con metodo Marshall): la miscela scelta dovrà soddisfare tutti i requisiti di accettazione sopra riportati (sia con metodo volumetrico sia con metodo Marshall) e risultare la migliore in termini di prestazioni meccaniche all'interno dell'intervallo di contenuto di bitume scelto;
- Determinazione del numero di cicli a fatica medi della miscela ottimale secondo la norma UNI EN 12697-24 allegato E alla temperatura di 25°C, con provino diametro 100 mm, pressione assiale 600 kPa, con forza di assestamento di 50 N, tempo di carico 100 msec, tempo di scarico 400 msec e coefficiente di Poisson di 0,35. Tale parametro sarà utilizzato in sede di controllo di produzione come valore limite con un margine di -10 %

L'impresa dovrà inoltre provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio da essa incaricato. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

Qualora l'Impresa fornisca un prodotto con caratteristiche compositive innovative, la Direzione Lavori ha facoltà di richiedere prove comparative con materiali tradizionali corrispondenti, presso un proprio laboratorio da essa incaricato ed i cui oneri saranno a carico dell'Impresa stessa.

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21. I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti, sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

L'Impresa dovrà indicare il livello di frequenza di controllo (livello X,Y Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 2 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, è necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

2.4.6.6 *Modalità esecutive*

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammassamento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 preventivamente scaldato a fiamma.

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 azzerramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra
CAP. 1

di loro sfalsati di almeno cm 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli in acciaio vibranti del peso non inferiore a 10 tonnellate.

4.4 CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUME MODIFICATO

4.4.1 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE MODIFICATA

Il conglomerato è costituito da una miscela di aggregati (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al paragrafo 3.1.3 di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi con modifica "hard" o "soft" (a seconda delle esigenze contingenti della Direzione Lavori) descritta nella tabella n°17 del paragrafo 3.1.3.

2.4.6.2 *Aggregati*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di base con bitume tradizionale.

2.4.6.3 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 36		
FUSO GRANULOMETRICO BASE MODIFICATA		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
31,5	100	100
20	70	100
16	55	90
12,5	45	85
8	35	70
4	25	55
2	17	40
0,5	8	22
0,25	6	16
0,063	4	8
% bitume rif. Inerti (*)	4,0	5,0
Spessore minimo cm	8	

(*) Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

Tabella n° 37				
REQUISITI DI ACCETTAZIONE BASE MODIFICATA				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	VALORE LIMITE
			SOFT	HARD
METODO MARSHALL				
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 12	> 15
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	2,5 ÷ 4,5	2,5 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	4 ÷ 7	4 ÷ 7
METODO VOLUMETRICO				
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600	600
Diametro del provino	---	mm	150	150
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	10 ÷ 15	10 ÷ 15
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	4 ÷ 8	4 ÷ 8
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 2	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 1,0	≥ 1,2
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 60	> 70

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di base con bitume tradizionale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva e/o essere preventivamente scaldato a fiamma.

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, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato

sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per lo strato di base e binder dovranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati e del peso non inferiore a 12 tonnellate

Tra due strati di conglomerato bituminoso dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

4.4.2 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BINDER (COLLEGAMENTO) MODIFICATA

Il conglomerato è costituito da una miscela di aggregati (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al paragrafo 3.1.3 di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi con modifica "hard" o "soft" (a seconda delle esigenze contingenti della Direzione Lavori) descritta nella tabella n°17 del paragrafo 3.1.3.

2.4.6.2 *Aggregati*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di binder con bitume tradizionale.

2.4.6.3 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 38		
FUSO GRANULOMETRICO BINDER MODIFICATO		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
31,5	100	100
20	80	100
16	70	100
12,5	60	85
8	45	72
4	32	55
2	22	42
0,5	11	25
0,25	8	18
0,063	6	10
% bitume rif. Inerti (*)	4,7	5,7
Spessore minimo cm	6	

(*) Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

Tabella n° 39				
REQUISITI DI ACCETTAZIONE BINDER MODIFICATO				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	VALORE LIMITE
			SOFT	HARD
METODO MARSHALL				
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 13	> 16
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	3,0 ÷ 4,5	3,0 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6	3 ÷ 6
METODO VOLUMETRICO				
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600	600
Diametro del provino	---	mm	100	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	10 ÷ 14	10 ÷ 14
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6	3 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 2	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 1,1	≥ 1,3
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 70	> 75

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di binder con bitume tradizionale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva e/o essere preventivamente scaldato a fiamma.

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, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato

sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per lo strato di base e binder dovranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati e del peso non inferiore a 12 tonnellate

Tra due strati di conglomerato bituminoso dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

4.4.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA MODIFICATA

Il conglomerato è costituito da una miscela di aggregati (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido di cui al paragrafo 3.1.3. di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati. Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. I materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di una idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi con modifica "hard" o "soft" (a seconda delle esigenze contingenti della Direzione Lavori) descritta nella tabella n°17 del paragrafo 3.1.3.

2.4.6.2 *Aggregati*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di usura con bitume tradizionale.

2.4.6.3 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 40		
FUSO GRANULOMETRICO USURA MODIFICATA		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
12,5	100	100
8	70	90
4	40	60
2	25	38
0,5	12	21
0,25	9	16
0,063	6	9
% bitume rif. Inerti (*)	5,2	6,2
Spessore minimo cm	3	

(*) Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

Tabella n° 41				
REQUISITI DI ACCETTAZIONE USURA MODIFICATA				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	VALORE LIMITE
			SOFT	HARD
METODO MARSHALL				
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 14	> 15
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	2,5 ÷ 4,5	2,5 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6	3 ÷ 6
METODO VOLUMETRICO				
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600	600
Diametro del provino	---	mm	100	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	10 ÷ 14	10 ÷ 14
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	3 ÷ 6	3 ÷ 6
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 2	≥ 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 1,2	≥ 1,3
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 70	> 75

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di usura con bitume tradizionale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammassamento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 preventivamente scaldato a fiamma.

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 azzerramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli in acciaio vibranti del peso non inferiore a 10 tonnellate.

4.4.4 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA MULTIFUNZIONALE

Il conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di aggregati di natura effusiva (idonea miscela di aggregati di natura porfirica e basaltica) o sintetica, sabbie di frantumazione ed additivo, impastati a caldo con bitume modificato. Viene impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- Elevata stabilità e notevole resistenza alla deformazione e all'ormaiamento;
- Elevata rugosità superficiale;
- Minore rumorosità;
- Minore invecchiamento del legante dovuto al bassissimo tenore dei vuoti delle miscele.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi con modifica hard descritta nella tabella n°17 del paragrafo 3.1.3.

2.4.6.2 *Aggregati*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di usura con bitume tradizionale.

2.4.6.3 *Caratteristiche della miscela*

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 46				
FUSO GRANULOMETRICO MULTIFUNZIONALE				
Apertura (mm)	FUSO A		FUSO B	
	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
12,5	100	100	100	100
10	80	100	100	100
8	62	85	80	100
4	30	50	35	55
2	22	34	22	35
0,5	12	22	13	23
0,25	10	17	10	18
0,063	8	13	8	13
% bitume rif. Inerti (*)	5,3	6,1	5,4	6,4
Spessore cm	3 ÷ 5		2 ÷ 3	

() Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.*

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

Tabella n° 47				
REQUISITI DI ACCETTAZIONE MULTIFUNZIONALE				
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE	VALORE LIMITE
			FUSO A (3-5 cm)	FUSO B (2-3 cm)
METODO MARSHALL				
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 14	> 14
Rigidezza Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	2,5 ÷ 4,5	2,5 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	2 ÷ 5	2 ÷ 5
METODO VOLUMETRICO				
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600	600
Diametro del provino	---	mm	100	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	10 ÷ 15	10 ÷ 15
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	2 ÷ 5	2 ÷ 5
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 1,5	≥ 1,5
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 1,3	≥ 1,3
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 60	> 60

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di usura con bitume tradizionale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva e/o essere preventivamente scaldato a fiamma.

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, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato

sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli in acciaio vibranti del peso non inferiore a 10 tonnellate.

4.4.5 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA DRENANTE

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di aggregati di natura effusiva (idonea miscela di aggregati di natura porfirica e basaltica) o sintetica, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- Favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento;
- Abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza);

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi con modifica hard descritta nella tabella n°17 del paragrafo 3.1.3.

2.4.6.2 *Aggregati*

Gli aggregati lapidei, naturali o artificiali, di primo impiego, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o d'additivazione

Inoltre i materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di un'ideale certificazione d'origine, che attesti la conformit  delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

Si richiama la seguente norma elaborata dal UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

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

La miscela degli inerti   costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della norma UNI EN 13043.

Nel caso d'inerte grosso di provenienza artificiale dovranno essere inserite tutte le informazioni necessarie riguardanti la rispondenza degli stessi ai requisiti di legge in materia di compatibilit  con l'ambiente.

PEZZATURA FINE (dimensione inferiore di 4 mm):

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o artificiali provenienti da frantumazione. La designazione dell'aggregato fine dovr  essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo devono possedere le caratteristiche riassunte nella TABELLA 31.

Tabella n° 48			
CARATTERISTICHE AGGREGATO FINE DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 75
Indice di plasticit�	CNR-UNI 10014	%	N.P.
Quantit� di frantumato	UNI EN 933-5	%	100

PEZZATURA GROSSA (dimensione maggiore di 4 mm):

L'aggregato grosso sar  costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purch  alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai requisiti indicati tabelle successive per i diversi tipi di conglomerato.

Tabella n° 49

CARATTERISTICHE AGGREGATI GROSSI DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 18
Micro Deval umida	UNI EN 1097-1	%	≤ 14
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	100
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	16
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1
Affinità col bitume a 24 ore	UNI EN 12697-11	%	> 65
Indice di forma	UNI EN 933-3	%	≤ 10
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 10
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 1,5
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%	> 45

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti anche se rispondenti ai limiti sopra indicati.

ADDITIVI:

L'additivo (filler) frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume normale deve soddisfare i requisiti indicati in TABELLA 50.

Tabella n° 50

CARATTERISTICHE FILLER DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Passante al setaccio 0,25 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≥ 80
Indice di plasticità	CNR UNI 10014		N.P.

INERTI RICICLATI:

Non è consentito l'impiego di inerti riciclati negli strati di usura drenante.

2.4.6.3 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 51		
FUSO GRANULOMETRICO DRENANTE		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
14	100	100
12.5	80	100
10	45	70
8	18	40
6.3	14	24
4	9	18
2	8	16
1	7	14
0.5	6	12
0.25	5	11
0.125	4	10
0,063	4	9
% bitume rif. Inerti	4.5	5.3
Spessore minimo cm	> 4	

() Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.*

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

Tabella n° 52			
REQUISITI DI ACCETTAZIONE DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
METODO MARSHALL			
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	50 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 5
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	1,5 ÷ 3,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 20
METODO VOLUMETRICO			
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600
Diametro del provino	---	mm	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 28
Vuoti a 50 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 20
Vuoti a 100 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 18
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 0,5
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 40

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 50 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di usura con bitume tradizionale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali, inoltre il tempo minimo di miscelazione effettiva, non dovrà essere inferiore a 30 secondi.

Rispetto alla posa in opera, oltre a quanto riportato per i conglomerati tradizionali, la temperatura di costipamento dovrà essere compresa tra i 155°C e 175°C. Al termine della compattazione, che dovrà essere effettuata con rulli tandem statici e vibranti del peso di 8÷10 ton in numero adeguato alle necessità, lo strato di usura drenante dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore; tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera e sarà determinata su carote di 10 cm o 15 cm. di diametro, che dovranno fornire una percentuale di vuoti in opera (UNI EN 12697-6 12697-8) rispettivamente compresa tra il 18% ed il 24%.

Le prestazioni in termini di capacità drenante, misurata con permeometro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di 154 cm², dovranno risultare maggiore di 16 l/min.

Valori di capacità drenante dello strato, determinata dal laboratorio incaricato dalla D.L., inferiori al limite sopradescritto comporteranno la demolizione e successivo rifacimento a carico dell'Impresa per tutta la superficie coinvolta.

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo della segnaletica orizzontale prima di provvedere alla stesa di una uniforme mano di attacco in emulsione modificata, nella quantità indicata in progetto, ed il successivo spargimento di uno strato di filler o cemento, per consentire il perfetto smaltimento delle acque. Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

4.4.6 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE DRENANTE

Il conglomerato bituminoso per base drenante è costituito da una miscela di aggregati di natura effusiva (idonea miscela di aggregati di natura porfirica e basaltica) o sintetica, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con bitume modificato.

2.4.6.1 *Aggregati*

Gli aggregati lapidei, naturali o artificiali, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o d'additivazione

Inoltre i materiali oggetto della fornitura dovranno corrispondere ai requisiti fissati qui di seguito e negli articoli successivi, dovranno pertanto essere forniti di un'idonea certificazione d'origine, che attesti la conformità delle proprie caratteristiche alle specifiche richieste delle presenti Norme.

Si richiama la seguente norma elaborata dal CEN UNI EN 13043 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico.

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

La miscela degli inerti è costituita dall'insieme degli aggregati grossi e dagli aggregati fini ed eventuali additivi (filler) secondo la definizione della norma UNI EN 13043.

Nel caso d'inerte grosso di provenienza artificiale o da riciclaggio dovranno essere inserite tutte le informazioni necessarie riguardanti la rispondenza degli stessi ai requisiti di legge in materia di compatibilità con l'ambiente.

PEZZATURA FINE (dimensione inferiore di 4 mm):

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o artificiali provenienti da frantumazione. La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043.

Gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo devono possedere le caratteristiche riassunte nella TABELLA 53.

Tabella n° 53

CARATTERISTICHE AGGREGATO FINE BASE DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 75
Indice di plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	100

PEZZATURA GROSSA (dimensione maggiore di 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati, ghiaie, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove di seguito elencate eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare risponda ai requisiti indicati tabelle successive per i diversi tipi di conglomerato.

Tabella n° 54

CARATTERISTICHE AGGREGATI GROSSI BASE DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 25
Percentuale superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	100
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	31,5
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 1
Affinità col bitume a 24 ore	UNI EN 12697-11	%	> 65
Indice di forma	UNI EN 933-3	%	≤ 15
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 15
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	≤ 1,5

È facoltà della Committente non accettare materiali che in precedenti esperienze abbiano provocato nel conglomerato finito inconvenienti anche se rispondenti ai limiti sopraindicati.

ADDITIVI:

L'additivo (filler) frazione passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, ceneri volanti. La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo confezionati con bitume normale deve soddisfare i requisiti indicati in TABELLA 33.

Tabella n° 55

CARATTERISTICHE FILLER BASE DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Passante al setaccio 0,25 mm	UNI EN 933-10	%	100
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	%	≥ 80
Indice di plasticità	CNR UNI 10014		N.P.

INERTI RICICLATI:

Potranno essere anche confezionati conglomerati con inerte riciclato, ossia conglomerati bituminosi realizzati con l'impiego parziale d'inerte proveniente da preesistenti pavimentazioni, recuperato con lavorazioni di fresatura (preferibilmente a freddo) o con demolizione integrale e successivamente frantumato.

E' consentito esclusivamente l'utilizzo di inerte di riciclo proveniente da fresature autostradali della società CAV Spa.

La percentuale massima consentita in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, per lo strato di base drenante è del 30 %.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Le caratteristiche meccaniche del conglomerato non dovranno comunque risentire dell'impiego d'inerti riciclati.

2.4.6.2 Caratteristiche della miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sotto indicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 56		
FUSO GRANULOMETRICO BASE DRENANTE		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
31,5	100	100
20	80	100
16	55	85
12,5	25	55
8	14	30
4	12	22
2	10	18
0.5	8	15
0.25	7	13
0,063	4	8
% bitume rif. Inerti	3,5	4,5
Spessore minimo cm	> 8	

() Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.*

2.4.6.3 Requisiti di accettazione

REQUISITI DI ACCETTAZIONE BASE DRENANTE			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
METODO MARSHALL			
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	50 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 7
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	1,5 ÷ 3,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 18
METODO VOLUMETRICO			
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600
Diametro del provino	---	mm	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 24
Vuoti a 50 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 18
Vuoti a 100 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	> 16
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 0,6
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 50

In seguito verrà indicata con Dm la densità del provino Marshall e con Dg la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 50 rotazioni

2.4.6.4 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di base con bitume tradizionale.

2.4.6.5 Modalità esecutive

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati tradizionali, inoltre il tempo minimo di miscelazione effettiva, non dovrà essere inferiore a 30 secondi.

Rispetto alla posa in opera, oltre a quanto riportato per i conglomerati tradizionali, la temperatura di costipamento dovrà essere compresa tra i 155°C e 175°C. Al termine della compattazione, che dovrà essere effettuata con rulli tandem statici e vibranti del peso di 8÷10 ton in numero adeguato alle necessità, lo strato di base drenante dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore; tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera e sarà determinata su carote di 10 cm o 15 cm. di diametro, che dovranno fornire una percentuale di vuoti in opera (UNI EN 12697-6 12697-8) rispettivamente compresa tra il 16% ed il 22%.

Le prestazioni in termini di capacità drenante, misurata con permeometro a colonna d'acqua di mm 250 su un'area di

154 cm², dovranno risultare maggiore di 12 l/min.

Valori di capacità drenante dello strato, determinata dal laboratorio incaricato dalla D.L., inferiori al limite sopradescritto comporteranno la demolizione e successivo rifacimento a carico dell'Impresa per tutta la superficie coinvolta.

4.5 CONGLOMERATI BITUMINOSI CON BITUME ALTO MODULO

4.5.1 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BASE ALTO MODULO

La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi con modifica alto modulo descritta nella tabella n°18 del paragrafo 3.1.3.

2.4.6.2 *Aggregati*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di base con bitume tradizionale.

2.4.6.3 *Caratteristiche della miscela*

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto):

Tabella n° 42		
FUSO GRANULOMETRICO BASE ALTO MODULO		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
31,5	100	100
20	80	100
16	65	90
12,5	55	80
8	42	62
4	30	45
2	22	35
0,5	12	22
0,25	9	18
0,063	8	12
% bitume rif. Inerti	4,8	5,6
Spessore minimo cm	> 8	

() Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.*

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

REQUISITI DI ACCETTAZIONE BASE ALTO MODULO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
METODO MARSHALL			
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 16
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	3,5 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	2 ÷ 5
METODO VOLUMETRICO			
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600
Diametro del provino	---	mm	150
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	9 ÷ 14
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	2 ÷ 5
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 1,5
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 1,5
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 70
Modulo di rigidità 20°C	UNI EN 12697-26 all C	MPa	8000 ÷ 10500

In seguito verrà indicata con D_m la densità del provino Marshall e con D_g la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di base con bitume tradizionale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva e/o essere preventivamente scaldato a fiamma.

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, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato

sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per lo strato di base e binder dovranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati e del peso non inferiore a 12 tonnellate

Tra due strati di conglomerato bituminoso dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

4.5.2 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI BINDER ALTO MODULO

La caratteristica principale di questi tipi di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale tramite la ripartizione e il decremento degli sforzi e delle deformazioni sugli strati inferiori.

2.4.6.1 *Bitumi*

Dovranno essere utilizzati bitumi con modifica alto modulo descritta nella tabella n°18 del paragrafo 3.1.3.

2.4.6.2 *Aggregati*

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di binder con bitume tradizionale.

2.4.6.3 *Caratteristiche della miscela*

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nel fuso di seguito elencato e una percentuale di bitume riferita al peso totale degli inerti, compresa tra i sottoindicati intervalli.

Nel caso sia previsto o proposto l'impiego d'inerti caratterizzati da elevato peso specifico (es. loppe d'altoforno), le

curve granulometriche ottimali e le percentuali di legante dovranno essere di volta in volta approvate dalla D.L. e queste ultime dovranno essere tali da garantire il completo rivestimento degli inerti ed il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali previste per le varie tipologie dei materiali.

Composizioni granulometriche (fuso da usare come limite nelle curve di progetto).

Tabella n° 44		
FUSO GRANULOMETRICO BINDER ALTO MODULO		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
20	100	100
16	80	100
12,5	70	90
8	50	70
4	35	52
2	27	40
0,5	14	24
0,25	10	18
0,063	8	12
% bitume rif. Inerti	5,2	5,8
Spessore minimo cm	> 6	

() Nel caso si utilizzi più del 20% in peso di inerti ad elevato peso specifico, la quantità di bitume ottimale potrà essere anche inferiore al limite minimo indicato nella precedente tabella. In tal caso, la Direzione Lavori, ha la facoltà di verificare utilizzando il proprio laboratorio di fiducia la percentuale ottimale di bitume. Per tale ragione l'impresa è tenuta a presentare lo studio della miscela con congruo anticipo.*

2.4.6.4 Requisiti di accettazione

REQUISITI DI ACCETTAZIONE BINDER ALTO MODULO			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
METODO MARSHALL			
Costipamento	UNI EN 12697-30	n°	75 colpi per faccia
Stabilità Marshall	UNI EN 12697-34	kN	> 16
Rigidità Marshall	UNI EN 12697-34	kN/mm	3,5 ÷ 4,5
Vuoti residui	UNI EN 12697-6 e 8	%	2 ÷ 5
METODO VOLUMETRICO			
Angolo di rotazione	UNI EN 12697-31	°	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione	UNI EN 12697-31	giri/min	30
Pressione verticale	UNI EN 12697-31	kPa	600
Diametro del provino	---	mm	100
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	9 ÷ 14
Vuoti a 120 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	2 ÷ 5
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-6 e 8	%	≥ 1,5
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	UNI EN 1267-23	N/mm ²	≥ 1,5
Coefficiente di trazione indiretta a 25°C	---	N/mm ²	> 70
Modulo di rigidità 20°C	UNI EN 12697-26 all C	MPa	8000 ÷ 10500

In seguito verrà indicata con D_m la densità del provino Marshall e con D_g la densità del provino confezionato con pressa giratoria a 120 rotazioni

2.4.6.5 Studio della miscela

Valgono le stesse prescrizioni indicate per i conglomerati di binder con bitume tradizionale.

2.4.6.6 Modalità esecutive

PRODUZIONE

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati, d'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 un'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 d'impianti continui (tipo drum-mixer) purché 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 all'ammanimento degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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.

Le temperature di miscelazione dovranno essere comprese tra 150°C e 170°C per quanto riguarda il bitume e tra 160°C e 180°C per quanto riguarda gli inerti.

Tali prescrizioni possono essere derogate in caso di impiego di additivi ad alta lavorabilità e dovranno essere dichiarati prima dell'inizio della fornitura.

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 superare lo 0,5% in peso.

Gli impianti di confezionamento dovranno avere la possibilità di fornire i report di produzione dei conglomerati con l'indicazione delle pesate degli inerti caricati, del bitume, delle temperature e dei tempi di confezionamento.

POSA IN OPERA

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine dei tipi approvati dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento, coclee di allargamento per la distribuzione del conglomerato, sensori di temperatura sulla piastra, staffa longitudinale di almeno otto metri di lunghezza per la ripresa delle irregolarità longitudinali sulle onde corte.

La D.L. si riserva la facoltà di poter utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna.

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

Nella stesa si 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 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva e/o essere preventivamente scaldato a fiamma.

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, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato

sottostante mediante fresatura.

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 10.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci, sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni e comunque la percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà essere superiore a 100 chilometri. Nel caso di conglomerati bituminosi porosi (tipo drenante, ed antiskid), tale limite viene fissato a 80 chilometri.

Tale restrizione chilometrica può essere derogata in caso di utilizzo di additivi atti ad incrementare la lavorabilità dell'impasto e/o produzione a bassa temperatura.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 160 °C (a meno che non si utilizzino particolari additivi per incrementare la lavorabilità delle miscele).

La stesa dei conglomerati dovrà 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 dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Per lo strato di base e binder dovranno essere utilizzati rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati e del peso non inferiore a 12 tonnellate

Tra due strati di conglomerato bituminoso dovrà essere eventualmente interposta una mano d'attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

4.5.3 SOTTOBASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO RICICLATO A FREDDO CON EMULSIONE BITUMINOSA SOVRASTABILIZZATA E CEMENTO

La miscela in questione corrisponde ad un conglomerato bituminoso di base e viene realizzata mediante idonee attrezzature che consentono di miscelare il materiale bituminoso fresato con emulsione bituminosa sovrastabilizzata e cemento, eventuali inerti di integrazione, additivi ed acqua, omogeneizzare, stendere e compattare la miscela ottenuta.

2.4.6.1 *Curva di progetto*

La curva granulometrica della miscela finale secondo la norma UNI EN 933-1 deve essere compresa nel seguente fuso ed avere andamento il più continuo possibile:

Tabella n° 58		
FUSO GRANULOMETRICO BASE RIGENERATA A FREDDO		
Apertura (mm)	LIMITE INF. (mm)	LIMITE SUP. (mm)
31.5	100	100
20	71	91
10	38	64
8	34	59
4	24	49
2	17	37
0.5	7	21
0.25	5	16
0.063	5	8

2.4.6.2 Legante bituminoso

Verrà utilizzata una emulsione bituminosa sovrastabilizzata con le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Tabella n° 59			
REQUISITI DI ACCETTAZIONE EMULSIONE SOVRASTABILIZZATA			
REQUISITO	NORMATIVA	U.M.	VALORE LIMITE
Contenuto d'acqua	UNI EN 1428	%	38 - 42
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	%	58 - 62
Sedimentazione a 7 gg	UNI EN 12847	%	< 10%
ph	UNI EN 12850	---	2 - 4
Stabilità al cemento	UNI EN 12048	g	< 2

In alternativa può essere utilizzato bitume specifico per schiumatura (a caldo) a condizione che venga dimostrata dall'impresa l'equivalenza prestazionale della miscela finale.

2.4.6.3 Acqua

Deve essere utilizzata acqua esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

2.4.6.4 Prescrizioni progettuali della miscela

Le percentuali di cemento, acqua ed emulsione ottimali e dell'eventuale integrazione di inerti saranno stabilite in CAP. 1

relazione a delle prove di laboratorio.

Dai prelievi devono essere eseguite analisi granulometriche per la determinazione della curva di progetto, apportando se necessario nella miscela opportune integrazioni di inerti.

Per la determinazione delle percentuali (de riferirsi in peso sugli inerti) ottime di emulsione, cemento ed acqua devono essere confezionati provini utilizzando il metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31) con le seguenti condizioni di prova:

- Pressione verticale 600 kPa;
- Angolo di rotazione $1,25^\circ \pm 0,02^\circ$;
- Velocità di rotazione 30 (giri/min);
- Diametro 150 mm;
- Numero di giri 180

Per ogni periodo di maturazione vanno confezionati una serie di provini con diverse combinazioni di contenuto di cemento, emulsione e umidità complessiva.

I provini confezionati mediante metodo volumetrico (norma UNI EN 12697-31) devono subire una maturazione a 40°C per 72 ore e successivamente sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12697-23) e modulo di rigidezza a 20°C (UNI EN 12697-26 all. C) dopo termostazione per 4 ore in forno a 25°C.

Per l'individuazione delle caratteristiche ottimali la miscela deve rispondere ai seguenti requisiti:

- Resistenza a trazione indiretta a 72 ore di maturazione a 40°C e condizionato 4 ore a 25°C: $> 0,40 \text{ N/mm}^2$;
- Coefficiente di trazione indiretta a 72 ore di maturazione a 40°C e condizionato 4 ore a 25°C: $> 60 \text{ N/mm}^2$;
- Modulo di rigidezza a 20°C a 72 ore di maturazione a 40°C e condizionato 4 ore a 25°C: $> 2800 \text{ MPa}$;

La miscela dovrà soddisfare i sopra indicati limiti di accettazione anche con variazioni di umidità complessiva della miscela di $\pm 1\%$ rispetto all'ottimale.

2.4.6.5 *Posa in opera*

La messa in opera della miscela deve essere effettuata mediante sistemi che consentano di ottenere uno strato perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione di elementi litoidi più grossi.

La miscela appena stesa deve essere immediatamente compattata mediante un rullo vibrante di peso maggiore di 18 t con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione, insieme ad un rullo gommato di carico maggiore di 25 t. I rulli impiegati devono garantire l'ottenimento della densità di progetto.

Al termine della compattazione lo strato finito deve avere una densità secca uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 95% di quella misurata sui campioni prelevati in corso d'opera e ricostruiti con pressa giratoria (densità geometrica dei provini costipati con pressa giratoria a 180 giri).

Il grado di addensamento è misurato mediante carotaggi.

Con temperatura dell'aria inferiore a 10°C la lavorazione della miscela deve essere sospesa e comunque sempre in caso di pioggia battente.

Al termine della compattazione dello strato sarà stesa una mano di attacco in emulsione bituminosa acida in ragione di $0,8 \div 1,0 \text{ kg/m}^2$ a protezione dello strato finito.

2.4.6.6 Prove di portanza con piastra LWD

Le prove LWD devono rispettare la norma ASTM E2583-07 e andranno eseguite applicando uno sforzo di sollecitazione paria circa 70 kPa mentre la durata dell'impulso di carico sarà pari a circa 30 ms.

Tale configurazione si ottiene utilizzando il carico da 10 kg con una altezza di caduta (misurata tra terreno e base di carico) paria 100 cm.

Le battute LWD dovranno essere ripetute fino ad ammettere uno scarto tra le deflessioni a centro piastra < 3%.

Pur nel rispetto del limite di modulo elastico richiesto, se non viene raggiunto il limite di scarto tra due deflessioni consecutive dopo 4 ripetizioni per più di 5 punti di misura distanziati di almeno 5 metri tra loro, lo strato andrà riaddensato.

Il modulo elastico misurato con LWD dovrà essere superiore a 80 MPa dopo 4 ore di maturazione.

2.4.6.7 Prove di portanza con piastra statica

La verifica della portanza dello strato finito sarà eseguita anche attraverso verifiche mediante prove di carico su piastra circolare del diametro di 300 mm secondo la norma CNR BU 146 con intervallo di carico compreso tra 0,15 N/mm² e 0,25 N/mm² che dovrà rispettare i seguenti requisiti in funzione del tempo di maturazione dello strato:

- 60 N/mm² dopo 6 ore;
- 80 N/mm² dopo 12 ore.

ARTICOLO 5 – CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE E PENALI

5.1 CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

Tutti i materiali impiegati nelle lavorazioni saranno soggetti a controlli da parte della D.L., piuttosto che del suo laboratorio prove incaricato, con le modalità di seguito riportate.

5.1.1 STUDI PRELIMINARI DI FORMULAZIONE DEL CONGLOMERATO BITUMINOSO

Come specificato nei singoli paragrafi delle diverse tipologie di materiali, l'Impresa ha l'obbligo di redigere preliminarmente (almeno 15 gg prima dell'impiego) gli studi di formulazione delle miscele che intende utilizzare.

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali, così come specificato nella descrizione di ogni tipologia di materiale.

Gli studi presentati dall'impresa saranno oggetto di valutazione da parte della Direzione Lavori che potrà richiedere, qualora quanto trasmesso non sia attinente alle prescrizioni richieste da queste Norme Tecniche, eventuali aggiustamenti prima della necessaria approvazione.

Una volta accettate, le formulazioni presentate dall'Impresa diventeranno, per la Direzione Lavori, il termine di paragone dei materiali impiegati rispetto cui effettuare i controlli.

L'impresa dovrà inoltre provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche.

Con la frequenza che giudicherà necessaria, la Direzione Lavori in prima persona, piuttosto che un laboratorio di sua fiducia, effettueranno 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.

L'appaltatore dovrà quindi garantire sempre l'accesso all'impianto di confezionamento del conglomerato alla Direzione Lavori, piuttosto che al suo laboratorio incaricato.

Per ogni intervento, su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà fornire i report dell'impianto di confezionamento riportanti le pesate dei componenti il conglomerato, temperature e tempi di miscelazione.

5.1.2 MODALITÀ DI VERIFICA DEI MATERIALI E DELLE LAVORAZIONI

5.1.2.1 *Contenuto di bitume nel conglomerato*

Frequenza di campionamento: per ogni strisciata

- strati di fondazione, base e binder – un campione almeno ogni 100mc di stesa e/o giornata lavorativa-intervento;
- strati di usura - un campione almeno ogni 50mc di stesa e/o giornata lavorativa-intervento;

La Direzione lavori si riserva la possibilità di variare in qualsiasi momento la frequenza dei suddetti controlli.

Nel caso in cui la percentuale di bitume nel conglomerato riscontrata dal laboratorio incaricato dalla Direzione Lavori presenti uno scostamento da quella degli studi approvati compresa fra $\pm 0,25$ e $\pm 0,5$ punti percentuali, verrà applicata a tutto il materiale steso cui il campione si riferisce, una penalità sul prezzo di elenco del conglomerato pari al 15%. In caso di scostamenti superiori, che a giudizio della D.L. pregiudichino la funzionalità e/o la vita utile del conglomerato, potrà essere ordinata la demolizione e ricostruzione dello strato a spese dell'esecutore dei lavori per tutta la tratta nella tratta stesa fino all'esecuzione della prova.

5.1.2.2 Tipologia del bitume modificato

Nel caso in cui, dalle indagini sul bitume vergine piuttosto che estratto dal conglomerato, il legante utilizzato per il confezionamento dei conglomerati non rispetti i parametri indicati negli studi approvati verrà applicata una detrazione sul prezzo di elenco del conglomerato pari al 20% per tutta la superficie imputabile.

Dovranno inoltre essere confezionati dei nuovi provini con i quali l'impresa dovrà elaborare dei nuovi studi atti a verificare che la miscela continui a soddisfare tutti i requisiti di accettazione (sia con metodo volumetrico sia con metodo Marshall); nel caso in cui tali studi evidenzino delle non conformità potrà essere ordinata la demolizione e ricostruzione dello strato confezionato con il bitume non conforme a spese dell'esecutore dei lavori.

5.1.2.3 Curva granulometrica e tipologia degli inerti

Frequenza di campionamento: per ogni strisciata

- strati di fondazione, base e binder - almeno un campione ogni 100 mc di stesa e/o giornata lavorativa-intervento;
- strati di usura - almeno un campione ogni 50 mc di stesa e/o giornata lavorativa-intervento;

La curva granulometrica presentata dall'Impresa e accettata dalla D.L. dovrà essere rigorosamente rispettata.

La Direzione lavori si riserva la possibilità di variare in qualsiasi momento la frequenza dei suddetti controlli.

Variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso comprese fra $\pm 5\%$ e $\pm 7\%$ per lo strato di base e comprese fra $\pm 3\%$ e $\pm 6\%$ per gli strati di binder e usura, purché non vengano superati i limiti del fuso, potranno essere penalizzati o con una detrazione del 10% sul prezzo di elenco dei conglomerati a tutto il materiale steso cui il campione si riferisce. Per scostamenti superiori o che comportino il superamento dei limiti del fuso, che a giudizio della D.L. pregiudichino la funzionalità e/o la vita utile del conglomerato, potrà essere ordinata la demolizione e successivo rifacimento del lavoro a carico dell'Impresa.

Particolare attenzione verrà posta, per ogni tipologia di conglomerato, sulla percentuale del contenuto in sabbia (passante al setaccio UNI 2 mm) e del passante al setaccio UNI 0,063 per i quali variazioni superiori rispettivamente a $\pm 4\%$ e $\pm 2,5\%$, o che comportino il superamento dei limiti del fuso, potranno comportare la demolizione e il successivo rifacimento del lavoro a carico dell'Impresa qualora a giudizio della D.L. provocassero una significativa diminuzione della vita utile e/o pregiudicassero la funzionalità richiesta dalla tipologia della pavimentazione.

Variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm comprese fra $\pm 2\%$ e $\pm 4\%$ e di aggregato passante al setaccio UNI 0,063 comprese fra $\pm 1,5\%$ e $\pm 2,5\%$, purché non vengano superati i limiti del

fuso, potranno essere penalizzati o con una detrazione del 10% sul prezzo di elenco dei conglomerati a tutto il materiale steso cui il campione si riferisce

5.1.2.4 Spessore degli strati

Frequenza di campionamento:

- per interventi di ricoprimento, su ogni strisciata una carota almeno ogni 250ml di stesa e/o giornata lavorativa-intervento;
- su interventi in cassonetto a discrezione della Direzione Lavori.

La Direzione lavori si riserva la possibilità di variare in qualsiasi momento la frequenza dei suddetti controlli.

Lo spessore della pavimentazione dovrà corrispondere allo spessore di progetto. Esso verrà determinato su carote prelevate a questo fine o per altre valutazioni (diametri 100 o 150 mm) con le modalità prescritte dalla UNI EN 12697-36.

La Committente si riserva la possibilità di effettuare misure ad alto rendimento con macchine dotate di radar geotecnico, che fornirà automaticamente, con doppio passaggio, lo spessore medio della pavimentazione stesa.

L'accettazione della determinazione dello spessore della pavimentazione stesa dovrà scaturire dalle considerazioni sui principali parametri statistici relativi alla misura di grandezze fisiche qui di seguito riportati (UNI ISO 3534-1).

Si dovrà determinare la media aritmetica M delle n misure x_i , definita come la somma di tutte le osservazioni divisa per il loro numero.

La media M delle misure dello spessore del singolo strato non dovrà essere inferiore ad un valore minimo stabilito come il 93% dello spessore di progetto.

Qualsiasi insufficienza di spessore di uno strato, valutabile mediante un valore M inferiore al 93% dello spessore di progetto, comporterà una penalità applicata alla superficie di pavimentazione a cui si riferiscono le misure.

Per variazioni di M rispetto allo spessore di progetto tali che:

- riduzione dello spessore compreso tra - 7% e \leq -10% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte, del 20%;
- riduzione dello spessore compreso tra - 10% e - 20% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte, del 35%;
- riduzione dello spessore compreso tra - 20% e - 30% saranno effettuate riduzioni del prezzo di elenco, relativo allo strato ed alle superfici coinvolte, del 50%.

Ogni deficienza di spessore superiore al 30% comporterà il rifacimento dello strato interessato (e di quelli eventualmente superiori) a cura e spese dell'Impresa.

Verranno contabilizzati maggiori spessori rispetto a quelli di progetto, anche se riscontrati dalle carote prelevate, soltanto nel caso in cui la D.L. abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni.

5.1.2.5 Mano d'attacco

Prima della stesa del conglomerato deve essere garantita la completa uniformità della mano d'attacco. Nel caso in cui a giudizio della D.L. il film spruzzato presenti discontinuità con eccessi o mancanze di materiale non sarà autorizzata la

pavimentazione della superficie sino a completo adeguamento.

La spruzzatura deve avvenire in condizioni idonee, assenza di umidità, temperatura sopra i 10°C e superficie priva di polveri.

La stesa della mano d'attacco, dovrà presentarsi uniforme e rispettare la quantità e la tipologia richieste dagli allegati progettuali.

Nel caso in cui la D.L. riscontri difetti di stesa della mano di attacco l'impresa è tenuta a provvedere sino ad ottenere un film uniforme su tutta la superficie interessata.

Se dai prelievi risultassero quantità di bitume reso inferiori a quanto richiesto dagli allegati progettuali, verrà applicato un deprezzamento all'articolo di elenco proporzionale al minore quantitativo riscontrata nel controllo. La superficie su cui verrà effettuato il deprezzamento sarà data dalla distanza fra i due prelievi, il precedente e il successivo, volte la larghezza della corsia.

Nel caso in cui la carenza di mano d'attacco spruzzata superi il 30% o che a giudizio della D.L. pregiudica la funzionalità e/o la vita utile della pavimentazione, verrà ordinata la demolizione e il rifacimento dello strato interessato (e di quelli eventualmente superiori) a carico dell'Impresa.

Frequenza di campionamento:

- per ogni strisciata almeno un riscontro in peso ogni 250m e/o giornata lavorativa-intervento;

Ad ogni lotto verrà prelevato un campione in barattolo di almeno 1,5 litri dalla macchina spruzzatrice per accertare la tipologia del bitume.

Se dal prelievo in barattolo risultasse che il bitume modificato non rispetta le specifiche tecniche riportate in questo Capitolato, sarà applicata una detrazione del 15% sul prezzo della mano d'attacco. Qualora le caratteristiche tecniche del bitume a giudizio della D.L. compromettano la funzionalità e/o la vita utile della lavorazione, verrà Ordinato il rifacimento dei lavori sino ad adeguamento.

Particolare attenzione deve essere posta alle operazioni complementari, quali la fillerizzazione della superficie bitumata, per evitare lo strappo della pellicola di bitume causato dal transito delle macchine operatrici di cantiere.

Il film di filler non deve presentare discontinuità, eccessivi accumuli o carenze.

5.1.2.6 Compattazione

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

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

- strato di base e di collegamento - rullo tandem vibrante con peso maggiore di 12 ton;
- strato di usura - rulli gommati e vibranti tandem con peso di almeno 10 ton.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche di peso inferiore per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per lo strato di base, a discrezione della D.L., potrà essere richiesto l'utilizzo aggiuntivo di rulli gommati.

Il piano della pavimentazione rullata dovrà essere privo di irregolarità, accertate in prima battuta dalla D.L. mediante apposita stadia di corredo alla macchina operatrice vibrofinitrice e in seconda battuta mediante l'indice I.R.I..

Per i conglomerati riciclati a freddo dovranno essere utilizzati un rullo vibrante di peso > 18 ton con controllo di frequenza e di ampiezza di vibrazione e di un rullo gommato di carico statico > 15 ton.

I valori di addensamento dei conglomerati impiegati, ossia il rapporto fra il peso di volume della carota prelevata e quello del provino confezionato con materiale sfuso (densità giratoria DG) prelevato in stesa alla stessa progressiva, non devono essere inferiori a quanto rappresentato in tabella 60 per ogni tipologia di conglomerato.

Tabella n° 60			
ADDENSAMENTI MINIMI			
Tipologia di conglomerato	BASE	BINDER	USURA
Conglomerato bituminoso con bitume non modificato	98%	97%	97%
Conglomerato bituminoso con bitume modificato	98%	97%	97%
Conglomerato bituminoso con bitume "alto modulo"	98%	98%	---
Conglomerato bituminoso tipo usura multifunzionale	---	---	97%
Conglomerato bituminoso tipo drenante	---	---	95%
Miscela rigenerata a freddo	95%	---	---

Qualora i valori di addensamento si discostino da quelli richiesti, verranno applicate le seguenti detrazioni percentuali sul prezzo di elenco del conglomerato bituminoso:

Tabella n° 61	
DETRAZIONE PER ADDENSAMENTO	
Scostamento	Detrazione
3%	10%
3% - 6%	15%
> 6%	Rifacimento

5.1.3 CONTROLLO DEI REQUISITI PRESTAZIONALI DELLE PAVIMENTAZIONI

5.1.3.1 Aderenza e tessitura

Il Coefficiente di Aderenza Trasversale CAT verrà misurato con l'apparecchiatura SCRIM secondo la Norma CNR B.U. 147, mentre la tessitura geometrica HS, intesa come macro-tessitura superficiale, verrà misurata in termini di MPD con la medesima apparecchiatura secondo la Norma UNI EN ISO 13473-1.

Il valore di HS sarà ricavato dal valore di MPD secondo la seguente formula:

$$HS = 0,2 + 0,8 \cdot MPD$$

CAP. 1

Gli indicatori CAT e HS dovranno essere superiori o uguali ai seguenti valori:

Tabella n° 62		
INDICATORI CAT E HS		
Tipologia di conglomerato	CAT	HS
Conglomerato bituminoso per strato di usura	≥ 58	≥ 0,4
Conglomerato bituminoso per strato di usura drenante	≥ 53	≥ 1,0
Conglomerato bituminoso per strato di usura multifunzionale	≥ 58	≥ 0,3

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 365° giorno dall'apertura al traffico,

Il CAT dovrà essere riportato alla temperatura di riferimento di 20°C e nei risultati si dovrà specificare la temperatura superficiale della pavimentazione e la temperatura dell'aria alla quale è stata eseguita la prova.

Le misure di CAT e HS saranno effettuate da laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, che provvederanno a rilevare l'intera lunghezza degli interventi realizzati all'interno dell'appalto restituite con un "passo di misura" di 10 m.

Le detrazioni saranno applicate per i tratti in cui i valori di CAT e/o HS risultino più bassi dei valori prescritti; qualora i valori medi di CAT e HS risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

Tale detrazione sarà corrispondente alla metà dei punti percentuali per cui il CAT o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti.

Se i valori di CAT o HS risultano inferiori ai valori ritenuti inaccettabili indicati nella successiva tabella, l'impresa dovrà procedere, a completa cura e proprie spese dell'Appaltatore, all'asportazione completa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento.

Tabella n° 63		
VALORI NON ACCETTABILI DI CAT E HS		
Tipologia di conglomerato	CAT	HS
Conglomerato bituminoso per strato di usura	< 40	< 0,2
Conglomerato bituminoso per strato di usura drenante	< 40	< 0,7
Conglomerato bituminoso per strato di usura multifunzionale	< 40	< 0,2

5.1.3.2 Regolarità

La regolarità della superficie di rotolamento potrà essere misurata con apparecchiature ad alto rendimento dotate di profilometro laser tipo inerziale di classe 1 secondo ASTM E950-98 e calcolata attraverso l'indice IRI (International Roughness Index)

L'indicatore IRI dovrà essere inferiore o uguale ai seguenti valori:

- IRI $\leq 1,8$ mm/m intervento su tutta la carreggiata;
- IRI $\leq 2,0$ mm/m intervento limitato ad una parte della carreggiata;

Su viadotti di luci ridotte, e in presenza di giunti di superficie, si possono ammettere valori di IRI fino a 2,5.

Le misure di regolarità dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra la stesa ed il 365° giorno dall'apertura al traffico.

Le misure di IRI saranno effettuate da laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, che provvederanno a rilevare l'intera lunghezza degli interventi realizzati all'interno dell'appalto restituite con un "passo di misura" di 10 m.

Le detrazioni saranno applicate per i tratti in cui i valori di IRI più alti dei valori prescritti.

Tale detrazione sarà corrispondente ad un terzo dei punti percentuali per cui l'IRI differisce in aumento rispetto ai valori limite prescritti.

Se i valori di IRI risultino superiori a 3,5 mm/m, l'impresa dovrà procedere, a completa cura e proprie spese dell'Appaltatore, all'asportazione completa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; La nuova superficie sarà comunque soggetta alle stesse condizioni di controllo e agli stessi requisiti di regolarità precedentemente descritti.

5.1.3.3 Resistenza allo slittamento superficiale

Sulla superficie finita del manto di usura verrà effettuato il controllo dell'aderenza superficiale secondo la Norma UNI EN 13036-4 "Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali. Metodi di prova. Parte 4: Metodo per la misurazione della resistenza allo slittamento/derapaggio di una superficie: metodo del pendolo".

I valori dell'indice PTV (Pendulum Test Value) dovranno risultare superiori o uguali ai seguenti valori:

Tabella n° 64	
INDICE PTV	
Tipologia di conglomerato	PTV
Conglomerato bituminoso per strato di usura	≥ 60
Conglomerato bituminoso per strato di usura drenante	≥ 55
Conglomerato bituminoso per strato di usura multifunzionale	≥ 60

Le misure di aderenza con il metodo del pendolo dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Valori di PTV, determinati dal laboratorio incaricato dalla D.L., inferiori ai limiti sopradescritti comporteranno la demolizione e successivo rifacimento a carico dell'Impresa per tutta la superficie coinvolta.

CAPITOLO 2 - GIUNTI

INDICE

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	2
ARTICOLO 1.....	2
<i>CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO</i>	2
ARTICOLO 2.....	3
<i>CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI</i>	3
NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI.....	4
ARTICOLO 3.....	4
<i>DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI</i>	4
ARTICOLO 4.....	4
<i>GIUNTI DI DILATAZIONE ED IMPERMEABILITA'</i>	4
4.1. – GIUNTI DI DILATAZIONE IN GOMMA ARMATA.....	5
4.2. – GIUNTI DI DILATAZIONE TIPO “PETTINE D’ACCIAO CORTEN”.....	6
4.3. – GIUNTI DI DILATAZIONE DEL TIPO A TAMPONE.....	7
4.3.1. – GIUNTI A TAMPONE POLIMERICO A FREDDO.....	7
4.3.2. – GIUNTI A TAMPONE VISCOELASTICO A CALDO.....	7

PARTE I

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Articolo 1

CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo articolo 2. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

In ogni caso i materiali prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Pertanto l'Impresa, con congruo anticipo rispetto alla consegna dei lavori, dovrà provvedere alla redazione di un documento contenente, per ogni tipologia di giunto, i disegni tecnici di dettaglio e le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati al fine di verificare la rispondenza dimensionale, prestazionale e meccanica con quanto già in opera e alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'appalto - Norme Tecniche

I materiali dovranno provenire da località o siti di produzione che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché rispondano ai requisiti di cui sopra.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non idonea all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa.

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

La Società avrà la facoltà di verificare la corrispondenza di quanto posto in opera con la documentazione presentata richiedendo all'Impresa i certificati di origine dei materiali impiegati e/o ordinando il prelievo in contraddittorio di campioni e all'invio degli stessi a laboratorio specializzato, riconosciuto valido dalle parti.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti di fiducia ed indicati dalla Società appaltante, nonché per le corrispondenti prove di esami.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso laboratori indicati dalla Direzione dei Lavori, i quali saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Nel caso che alcuni materiali da costruzione vengano forniti direttamente dalla Società, come previsto dall'art. 23 delle Norme Generali d'Appalto, l'Impresa, con il loro impiego, resterà la sola responsabile circa la qualità dei materiali stessi.

Per i campioni asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Appaltatore è tenuto a provvedere a sua cura e spese, al ripristino della parte manomessa.

Articolo 2

CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI

Con riferimento a quanto stabilito nell'articolo 1 i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati.

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta, volta per volta, in base a giudizio della Direzione dei Lavori, la quale, per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

a) **Acqua :**

dovrà essere dolce, limpida, per quanto possibile esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche, o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norma UNIE EN 1008.

b) **Leganti idraulici - Calci aeree**

dovranno corrispondere alle prescrizioni delle norme:

- UNI EN 197-1 “Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”
- UNI EN 459-1 “Calci da costruzione - Parte 1: Definizioni, specifiche e criteri di conformità”

c) **Betoncini e malte per il ripristino ed il fissaggio**

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalla Norma UNI EN 1504 “*Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità*”, ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

d) **Aggregati per la costruzione del corpo stradale**

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalla Norma UNI EN 13242 “Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade” ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

e) **Bitumi, Emulsioni bituminose:**

dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti rispettivamente dalla Norma UNI EN 12591 “Bitume e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali”, UNI EN 14023 “Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche riguardanti i bitumi modificati con polimeri” e UNI EN 13808 “Bitumi e leganti bituminosi - Quadro delle specifiche per le emulsioni cationiche bituminose” ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme per l'esecuzione dei lavori.

PARTE II

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Articolo 3

DEMOLIZIONE DELLE PAVIMENTAZIONI

La demolizione dell'intera sovrastruttura potrà avvenire, oltre che con idonee attrezzature munite di fresse a tamburo funzionanti a freddo, anche con impiego di attrezzature tradizionali quali escavatori, pale meccaniche, martelli demolitori ecc. a discrezione della D.LL. ed a suo insindacabile giudizio. Le pareti verticali dello scavo dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

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

L'Impresa è inoltre tenuta a regolarizzare e compattare il piano di posa della pavimentazione demolita.

Articolo 4

GIUNTI DI DILATAZIONE ED IMPERMEABILITA'

I giunti di dilatazione sono quegli elementi strutturali che consentono la dilatazione delle strutture di sostegno delle pavimentazioni stradali (impalcato, solette), causata da sbalzi termici, ritiro igrometrico e deformazioni, senza generare rotture o fessurazioni nelle pavimentazioni stesse. I giunti devono assolvere la doppia funzione di realizzare la continuità del piano viabile e la tenuta all'acqua.

Il giunto di dilatazione è costituito dai seguenti dispositivi:

- dispositivo di continuità che permette i movimenti a cui l'opera può soggiacere (dilatazione termica, rotazione, frenatura, sisma) nonché il superamento senza urti, ed in caso di zona urbanizzata senza rumore aggiuntivo a quello di rotolamento delle ruote dei veicoli, dello spazio tra le testate delle solette. La Società si riserva di richiedere una relazione nella quale dovranno risultare le sollecitazioni indotte sull'opera mediante il normale esercizio e lo spettro del rumore prodotto;
- dispositivo di tenuta all'acqua di sovrappavimentazione e sottopavimentazione (scossalina) destinato ad impedire il percolamento dell'acqua sulla sottostante struttura;
- dispositivo di drenaggio delle acque di sottopavimentazione, dimensionato in modo tale da garantire un rapido e completo allontanamento delle acque dal piano viabile. Questo aspetto va particolarmente curato in presenza di pavimentazione drenante fono-assorbente, per eliminare l'effetto "diga" determinato dal giunto nei confronti delle acque meteoriche che defluiscono all'interno della pavimentazione anziché in superficie.

Il convogliamento e lo smaltimento delle acque dovrà avvenire in zone che non interessino le strutture, portanti e non, dell'opera e la viabilità sottostante o in prossimità dell'opera stessa.

L'Appaltatore dovrà fornire un progetto dettagliato del giunto con indicazione delle caratteristiche dei materiali, delle procedure di montaggio e di eventuali informazioni relative alla manutenzione, da sottoporre alla preventiva approvazione da parte della Direzione Lavori.

Tutte le tipologie di giunto dovranno essere dimensionate per sopportare i massimi carichi accidentali previsti dalle normative vigenti (D.M. 14/01/2008) oltre alle dilatazioni prevedibili per lo specifico manufatto.

La Società si riserva la possibilità di richiedere calcoli e delucidazioni ad integrazione di quanto richiesto nelle presenti Norme Tecniche

I paragrafi che seguono espongono le modalità di realizzazione dei giunti nella loro completezza; **le forniture di materiali a piè d'opera e le modalità di posa delle tavolette di giunto e dei tamponi saranno adeguate a realizzare i giunti di dilatazione ed impermeabilità conformemente alle presenti norme tecniche**

4.1. – GIUNTI DI DILATAZIONE IN GOMMA ARMATA

Sono realizzati con elementi in gomma armata a norma CNR 10018/85 rinforzata con inserti metallici vulcanizzati. Gli inserti metallici devono essere interamente conglobati nella gomma per evitare corrosioni; nel caso in cui detti inserti siano disposti anche in corrispondenza del varco, il loro dimensionamento deve essere effettuato in maniera tale da garantire la resistenza ai carichi stradali previsti.

In nessun punto lo spessore del giunto deve essere inferiore a 10 mm.

Le lavorazioni previste per la realizzazione di un giunto ex novo sono le seguenti:

- Eventuale predisposizione di impalcatura in corrispondenza delle spalle o delle pile, atta a consentire l'esecuzione dei lavori di ripristino delle solette;
- Taglio con idonea sega a disco della pavimentazione per tutta la lunghezza e larghezza necessarie;
- Demolizione del giunto esistente, della pavimentazione e del massetto in calcestruzzo, spinta a qualsiasi profondità, fino a mettere a nudo l'estradosso della soletta;
- Verifica della funzionalità della soletta e dell'eventuale sottostante profilo metallico;
- Eventuale demolizione della soletta in c.a., spinta a qualsiasi profondità, e rimozione dell'eventuale sottostante profilo metallico.
- Successivo eventuale ripristino, mediante fornitura e posa dei tondini in acciaio, adeguatamente ancorati alle armature esistenti ed alla soletta e getto di malta di resina epossidica avente qualsiasi volume e spessore al fine di ricostruire la soletta;
- Rimozione e trasporto a discarica di tutti i materiali provenienti dalle demolizioni;
- Preparazione dell'estradosso delle solette interessate dal giunto, mediante bocciardatura spinta a qualsiasi profondità, lavaggio delle superfici e successiva soffiatura con aria compressa;
- Eventuale preparazione dell'estradosso del profilo metallico, mediante sabbiatura;
- Fornitura e posa di profili di drenaggio per la raccolta delle acque meteoriche provenienti dall'interno delle pavimentazioni, da porre in opera a valle e a monte del giunto;
- Getto di malta di resina epossidica (avente opportuna granulometria) di qualsiasi spessore, al fine di creare un opportuno cuscinetto tra la soletta esistente e l'intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio. Tale malta di resina epossidica dovrà avere altissima resistenza alla compressione ed all'abrasione.
- Fornitura e posa in opera del giunto di dilatazione vero e proprio, completo di ancoraggi alle solette e collanti vari secondo quanto specificato nei disegni della ditta fornitrice. Il giunto sarà completo di : a) sistema di ancoraggio realizzato con tirafondi o tasselli di idonea sezione e lunghezza; b) scossalina di drenaggio in elastomero armata con

maglia quadrata di juta imputrescibile, fissata alla soletta con adesivo epossidico, previa ravnatura dell'estradosso della soletta.

- Massello di raccordo alla pavimentazione realizzato con malta epossidica ad altissima resistenza alla compressione ed all'abrasione esteso fino alla profondità massima di cm. 10 della soletta.

Le caratteristiche geometriche del giunto in gomma armata variano in funzione del varco da coprire e della escursione massima.

Per scorrimenti al di sopra di una certa soglia i giunti saranno dotati di uno o più elementi a soffietto, da posizionarsi in affiancamento alla piastra ponte centrale in gomma armata. Gli elementi a soffietto in gomma saranno dimensionati per assorbire lo scorrimento previsto e saranno dotati di eventuali piastre in acciaio secondo quanto previsto dal produttore.

4.2. – GIUNTI DI DILATAZIONE TIPO “PETTINE D'ACCIAIO CORTEN”

Sono realizzati con elementi a pettine, contrapposti, in acciaio “corten” S355 J2 W secondo UNI EN 10025-5. Gli elementi contrapposti sono fissati alla soletta sottostante mediante appositi tasselli o tirafondi e costituiscono un giunto adatto ad assorbire e permettere scorrimenti di impalcati da 50 a 600 mm sia per strutture continue che collegate a cerniera.

Le lavorazioni previste per la realizzazione di un giunto ex novo sono le seguenti:

Eventuale taglio con idonea segatrice a disco della pavimentazione per tutta la lunghezza e larghezza necessarie, demolizione, preparazione dell'estradosso delle solette interessate al giunto mediante bocciardatura spinta a qualsiasi profondità, lavaggio delle superfici, soffiatura con aria compressa, fornitura e posa di tubo di drenaggio per la raccolta delle acque provenienti dall'interno della pavimentazione da porre in opera a monte o a valle del giunto;

Getto di betoncino fibrorinforzato, con funzione di cuscinetto tra la soletta e l'intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio per uno spessore massimo di cm. 8, la fornitura e la posa della gabbia di armatura del getto di malta, l'ancoraggio della gabbia alla soletta eseguito secondo le indicazioni della D.LL;

Fornitura e posa in opera del giunto di dilatazione vero e proprio completo di ancoraggio alle solette e collanti vari secondo quanto specificato nei disegni tecnici e quanto ordinato dalla D.LL. completo di : a) sistema di ancoraggio realizzato con tirafondi di idonea sezione e lunghezza, inghisati nel corpo del calcestruzzo della struttura mediante resina epossidica; nel caso di strutture in acciaio, i collegamenti dovranno essere saldati o congiunti con bulloni ad alta resistenza; b) scossalina di impermeabilizzazione e drenaggio in acciaio inox, fissata ai bordi, da collegare a mezzo adesivo epossidico, previa raschiatura e pulitura delle superfici di ancoraggio; c) pettini contrapposti in acciaio corten S355 J2 secondo UNI EN 10027-1 e ECISS IC 10, di idonee dimensioni da fissare al sottostante sistema di ancoraggio mediante bulloni di acciaio inossidabile a scomparsa nel pettine;

Massello di raccordo alla pavimentazione realizzato con malta epossidica ad altissima resistenza alla compressione ed all'abrasione esteso fino alla profondità massima di cm. 10 della soletta.

Le caratteristiche geometriche del giunto in acciaio CORTEN variano in funzione del varco da coprire e della escursione massima.

4.3. – GIUNTI DI DILATAZIONE DEL TIPO A TAMPONE

4.3.1. – GIUNTI A TAMPONE POLIMERICO A FREDDO

Il tampone è un giunto di dilatazione ed impermeabilità, da realizzarsi a freddo, composto principalmente da due strati sovrapposti di mescole con legante di tipo sintetico epossidico.

Nel dettaglio il giunto è costituito da:

Sistema di supporto e collegamento realizzato mediante stesa di malta a base di legante epossipoliuretano elastomerizzato ed inerti quarziferi di adeguata durezza e granulometria;

Sistema drenante a contatto con il binder di collegamento, realizzato mediante stesa di malta a base di legante ed inerti come sopra descritti, in grado di garantire una percentuale dei vuoti superiore al 30%;

Sistema di movimentazione a livello della pavimentazione realizzato, previo posizionamento di elementi di sconnessione mediante stesa di malta a base di legante epossipoliuretano elastomerizzato per uno spessore di mm 50;

Primer di ancoraggio a base di legante come sopra;

Elemento poliuretano di sostentamento a livello della sconnessione.

Il giunto come sopra realizzato è adeguato per dilatazioni di impalcati con campata inferiore a 30 m.

4.3.2. – GIUNTI A TAMPONE VISCOELASTICO A CALDO

Il tampone è un giunto di dilatazione ed impermeabilità, composto da una miscela di bitume elastomerico modificato ed inerte basaltico realizzato in opera con un procedimento a caldo. Il legante utilizzato è una particolare miscela di bitume, polimeri ed inerti formulata per garantire la massima elasticità del prodotto finito nelle più diverse condizioni di traffico e climatiche.

Le lavorazioni da compiersi sono:

Taglio, demolizione ed asportazione della pavimentazione e/o del giunto esistente;

Disposizione del dispositivo di drenaggio e deflusso delle acque di sottopavimentazione composto da una scossalina in poliestere ancorata alla testata delle solette con idoneo adesivo da tubi drenanti sagomati e rivestiti con tessuto non tessuto e stucco epossidico, posti al contatto tra pavimentazione e giunto;

Getto di stucco epossidico di qualsiasi spessore, al fine di creare un opportuno cuscinetto tra la soletta e l'intradosso della struttura formante il giunto vero e proprio;

Giunto di sottopavimentazione composto da elementi di piastre in gomma sintetica elastomerica con modifica in elastomero, posti con continuità sul varco ed ancorato con appositi tirafondi M12 inghisati su entrambe le aree delle solette contigue previa esecuzione dei fori e relativo riempimento con resina epossidica. In ciascun elemento sopradescritto saranno inglobate due piastre in acciaio sormontate da una ulteriore piastra ponte in grado di assecondare la dilatazione delle campate;

stesa di una mano di attacco in bitume modificato elastomerizzato sulla superficie del giunto e delle pareti verticali;

Realizzazione del tampone viscoelastico costituito da uno o più strati di spessore max 6 cm fino a raggiungere lo spessore della pavimentazione. Composizione : bitume modificato + pietrischetto basaltico (granulometria max 15 mm);

finitura mediante stesa finale di bitume modificato;

La miscela costituente il tampone avrà le seguenti caratteristiche:

- legante

bitume modificato con materiali di sintesi di natura elastomerica e/o termoplastici.

- Inerti

L'aggregato dovrà essere costituito da materiale basaltico, con granulometria compresa tra i 7 e 15 mm e comunque approvato dalla Direzione Lavori. Tali inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme CNR fasc. 4/1953, cap. 1 e 2 e rispondenti ai requisiti della prima categoria. In ogni caso la qualità della roccia, da cui è ricavato per frantumazione l'inerte, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/03/73 - Prova C) perdita di peso inferiore o uguale al 20%.

L' "asfalto colato" risultante dalla miscela di materiali inerti e legante con le caratteristiche e i dosaggi di cui al presente articolo, dovrà presentare una deformazione permanente a compressione, misurata con la prova di impronta, secondo Norma CNR B.U. n° 136 del 27 Dicembre 1991 (condizioni di prova "normali") compresa fra 1 e 3 mm.

La resistenza a trazione indiretta a 25 °C, secondo la Norma CNR B.U. n° 134 del 19 Dicembre 1991, deve essere non inferiore a 12 daN/cm².

La preparazione degli impasti dovrà essere effettuata direttamente nel cantiere autostradale servendosi di apposite macchine impastatrici e caldaie .

Il legante potrà essere confezionato in pani aventi le composizioni e i materiali prescritti; sarà portato in cantiere sotto questa forma, e verrà messo in opera a seguito di riscaldamento e miscelazione che lo renderanno atto ad essere colato. La Direzione Lavori si riserverà, in quest'ultimo caso, di controllare il materiale (in pani), per decidere riguardo la sua rispondenza alle specifiche del Capitolato Speciale d'Appalto e giudicare la sua accettabilità.

Il giunto deve risultare impermeabile, pur consentendo i movimenti di tipo viscoso previsti. Il tampone deve aderire perfettamente alle pareti verticali della pavimentazione e non presentare sconessioni.

Il giunto come sopra realizzato è adeguato per dilatazioni di impalcati con campata inferiore a 40 m.

CAPITOLO 3 – SEGNALETICA ORIZZONTALE

INDICE

1. – DESCRIZIONE DELLE OPERE – CONDIZIONI PARTICOLARI DELL' APPALTO.....	2
2. – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI – NORME DI ESECUZIONE	3
3 – MATERIALI E FORNITURE IN OPERA.....	3
4 – REQUISITI GENERALI	3
5 – CARATTERISTICHE DELLE PERLINE INCORPORATE NELLE VERNICI	5
6 – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEI MATERIALI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE..	6
7 – NORME DI ACCETTAZIONE.....	7
8 – CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	9
9 – TRATTI ANTINEBBIA	9
10 – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	9
11. – NORME PER LA VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI	15

1. – DESCRIZIONE DELLE OPERE – CONDIZIONI PARTICOLARI DELL'APPALTO

Le opere si possono riassumere presuntivamente nelle seguenti categorie:

- esecuzione, ripassi e rifacimenti di segnaletica orizzontale.

Ciò ha carattere esemplificativo e non esclude altre categorie di lavori.

Tutte le opere dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte, conformemente ai progetti redatti od approvati dalla Società, rispettando, le seguenti Norme Tecniche d'Appalto e secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione Lavori. L'Impresa aggiudicataria dovrà disporre delle seguenti dotazioni:

- macchina operatrice per l'applicazione di materiale termoplastico e idropittura, con cisterna della capacità minima di 4.000 (quattromila) kg di materiale termoplastico e/o 1.600 litri di idropittura;
- macchine traccialinee (semoventi) per l'applicazione di vernici normali e rifrangenti con dispositivo di postspruzzatura delle perline di vetro;
- autoveicoli per trasporto cose;
- autoveicolo munito di gru;
- apparecchiatura per la fresatura superficiale e per sabbiatura, per rimozione della segnaletica orizzontale;
- serie completa di segnaletica per cantiere mobile, con riferimento alle fig. di cui all'art. 39 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice della strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n° 495, come modificato dal D.P.R. 16.09.1996 n° 610;
- serie completa di segnaletica temporanea, per cantieri fissi per autostrada a 2 corsie e 3 corsie per senso di marcia, (chiusura delle corsie di emergenza, marcia lenta, marcia, sorpasso e scambio di carreggiata) di cui agli artt. 30 e 31 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice della strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n° 495, come modificato dal D.P.R. 16.09.1996 n° 610;
- personale tecnico, di provata capacità, suddiviso in squadre ciascuna composta da un minimo di 3 operatori, dotate di mezzi e piccole attrezzature da cantiere: Gli autoveicoli e le macchine operatrici, in conformità a quanto stabilito nelle Norme riportate del Codice della strada approvato con D.L. 30.04.1992 n° 285 dovranno essere adibiti, oltre che al trasporto di persone e cose, anche a porta attrezzi, dovranno avere l'aggiornamento della carta di circolazione ai fini delle lavorazioni oggetto del presente Appalto ed essere in regola con l'assicurazione per Responsabilità Civile.

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte e comunque secondo quanto stabilito dalle presenti Norme Tecniche d'Appalto.

Qualora risulti che le opere e le forniture non siano effettuate a termine di contratto o secondo la regola d'arte, la Direzione Lavori ordinerà i provvedimenti atti e necessari per eliminare le irregolarità, salvo e riservato alla Società dei danni eventuali.

Nessuna aggiunta o variazione nell'esecuzione dei lavori e delle forniture sarà ammessa o riconosciuta se non ordinata dalla Direzione Lavori.

Tutti indistintamente i lavori ordinati dovranno essere intrapresi al più presto con personale e mezzi adeguati per essere ultimati entro il tempo utile assegnato.

L'Impresa durante il corso dei lavori, dovrà compilare rapportino giornaliero ove riporterà la categoria e l'entità dei lavori eseguiti.

Copia di tale documento, dovrà essere regolarmente consegnata alla Direzione Lavori.

2. – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI – NORME DI ESECUZIONE

La segnaletica orizzontale riguarda tutte le strisce continue e discontinue, nonché tutti i simboli (frece, scritte, zebature, simboli SOS, simboli TELEPASS e VIACARD, preavviso di passaggi pedonali, limite di velocità, ecc.) da eseguirsi sul nastro autostradale e sue pertinenze, sia per nuovi impianti, ripassi o rifacimenti.

Detta segnaletica potrà essere eseguita sia con l'impiego di vernici rifrangenti, che con l'impiego di materiale termospruzzato o termocolato o altri materiali speciali, secondo quanto stabilito dalla D.LL. senza che l'Impresa possa sollevare eccezione alcuna a tale titolo.

Tutte le strisce, sia in vernice premiscelata che in materiale plastico a caldo, saranno eseguite con postspruzzatura di perline di vetro nella quantità e qualità prescritte. Il perlinatore dovrà essere costantemente controllato in modo da stendere le perline uniformemente e senza vuoti.

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

Potranno essere ammessi materiali speciali, o non previsti, solo dopo esame favorevole della direzione Lavori.

Il Direttore dei Lavori ha la facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali e le forniture che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo la introduzione nel cantiere o che per qualsiasi causa non risultassero conformi alle condizioni contrattuali.

L'Appaltatore dovrà provvedere a rimuovere dal cantiere le forniture ed i materiali rifiutati e sostituirli a sue spese con altri materiali idonei.

Qualora l'Appaltatore non effettuasse la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, vi provvederà direttamente la D.L. stessa a totale spesa dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venisse accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali dei materiali e delle forniture accettate e già poste in opera, si procederà come disposto dall'art. 167 del D.P.R. 207/2010.

3 – MATERIALI E FORNITURE IN OPERA

I prodotti verniciati sono distinti in tre categorie:

- vernici a solvente per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate;
- idropitture, termospruzzati plastici per la delimitazione delle corsie autostradali;
- laminati plastici o prodotti speciali per applicazioni in zone di pericolosità;

4 – REQUISITI GENERALI

Per adempiere alla funzione di sicurezza e di regolarizzazione del traffico, la segnaletica orizzontale deve possedere i seguenti requisiti:

- essere retroriflettente e di scarsa suscettibilità allo sporco, in modo da essere visibile in tutte le condizioni di luce (visibilità diurna e notturna, con nebbia, pioggia o sole);

- avere il fattore antisdrucchiolo maggiore od uguale a 50 SRT unità, calcolato con apparecchio a pendolo, se appena stesa;
- essere trafficabile entro il più breve tempo possibile dall'applicazione;
- non causare fessurazioni sul manto di usura;
- non contenere materie incompatibili con la sicurezza del lavoro e la protezione dell'ambiente;
- non presentare segni di distacco: a tal proposito, l'Impresa, prima dei ripassi, dovrà assicurarsi che il materiale impiegato sia compatibile con il materiale già in opera anche se di colore diverso;
- avere la percentuale di superficie efficiente alla scadenza della garanzia pari o superiore all'80%;

La visibilità diurna verrà determinata in base al fattore di intensità di luce (DIN 5036) e le quote valore colori x, y (DIN 5033) secondo il procedimento DIN 6133.

Il fattore intensità luce della segnaletica asciutta dovrà essere maggiore od uguale a 0,35 allo stato di normale usura su sottofondo di conglomerato bituminoso.

La visibilità notturna è determinata valutando il coefficiente di **luminanza retroriflessa** RL definito dalla Norma UNI EN 1436 "luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizioni di illuminazione con i proiettori dei propri autoveicoli".

Il valore del coefficiente di luminanza retroriflessa della segnaletica asciutta dovrà essere **superiore o uguale a 100 mcd/mq lux per tutta la durata della vita utile**.

CONTROLLI CON STRUMENTAZIONE AD ALTO RENDIMENTO

I controlli verranno eseguiti da laboratori specializzati su indicazione della Direzione Lavori impiegando un'attrezzatura che misuri le caratteristiche prestazionali dei materiali in continuo, automaticamente e ad una velocità sostenuta.

Tale mezzo deve impiegare l'apparecchiatura "ECODYN 30" con un angolo di illuminazione di 1,24° sull'orizzontale e l'angolo di divergenza di 1,05° rispetto al precedente.

I valori del coefficiente di luminanza retroriflessa devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40 cm circa, e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100 metri.

Tali rilievi saranno effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue con cadenza che verrà determinata dalla Direzione Lavori.

ABRADIBILITA'

I controlli dei valori di abrasibilità verranno eseguiti con l'apparecchio "SKID TESTER RESISTANCE", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia sul pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di abrasibilità sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto nel tratto riferito ai rapporti giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscano di più di tre unità.

Il numero dei controlli sarà determinato a seconda delle necessità della Direzione Lavori per ogni tipo di materiale impiegato (pitture a freddo, termoplastico, ecc.).

5 – CARATTERISTICHE DELLE PERLINE INCORPORATE NELLE VERNICI

- le perline devono essere di vetro in colore chiaro trasparente;
- almeno l'80% in peso delle perline deve essere privo di difetti di rotondità, rigonfiamenti e di scarsa rifrangenza;
- gli elementi non trasparenti possono venire tollerati entro il limite dell'1% in peso;
- l'indice di rifrazione delle perline non deve essere inferiore a 1,5 l usando, per la determinazione, il metodo di immersione con luce al tungsteno;
- il contenuto in peso delle perline di vetro deve essere del 33% minimo nelle pitture di colore bianco e del 30% nelle pitture di colore giallo.

La granulometria delle perline di vetro, determinata con setacci della serie ASTM, deve essere la seguente:

TAVOLA GRANULOMETRICA MICROSFERE DI VETRO					
PREMISCELATURA				POSTSPRUZZATURA	
TERMOPLASTICO E TERMOCOLATO		PITTURE A SOLVENTE			
n° setaccio (ISO 565) standard (mm)	materiale % passante	n° setaccio (ISO 565) standard (mm)	materiale % passante	n° setaccio (ISO 565) standard (mm)	materiale % passante
1,00	100	250,00	100	850,00	100
0,85	75-100	212,00	95-100	590,00	80-95
0,60	10-35	180,00	85-100	300,00	25-70
0,43	0-10	106,00	15-55	180,00	0-15
0,36	0-5	63,00	0-15		
FUSO 1		FUSO 2		FUSO 3	

- o esigenze di Qualità (controllo visuale):
minimo 85% di microsfere di vetro senza difetto (in numero)
massimo 5% di graniglie di vetri (in numero);
- o trattamento con silicone;
- o indice di rifrazione: $\geq 1,52$
- o sfericità:
minimo 80% per i trattenuti ai tre setacci più grandi
minimo 75% per i trattenuti ai rimanenti setacci;
- o trattamento microsfere postspruzzate: le microsfere con cui si effettua la postspruzzatura delle strisce, devono essere rivestite con agenti di accoppiamento specifici del tipo di legante presente nel prodotto verniciante, al fine di aumentare l'aderenza tra le stesse microsfere ed il prodotto applicato.
- o le granulometrie delle microsfere devono essere determinate secondo il metodo ASTM D-1214.

6 – CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DEI MATERIALI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE

RETRORIFLESSIONE IN CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE CON PROIETTORI DEI VEICOLI

Per misurare la retroriflessione in condizioni di illuminazione con proiettori dei veicoli si deve utilizzare il coefficiente di illuminanza retroriflessa RL.

La misurazione deve essere effettuata conformemente al punto 2 ed essere espressa come $\text{mcd m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$.

TABELLA 1 - classe minima R1 in condizioni di asciutto

tipo e colore del segnale orizzontale		classe	coefficiente minimo di luminanza retroriflessa RL $\text{mcdxm}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$
permanente	bianco	R0	Nessun requisito
		R2	$\text{RL} \geq 100$
		R4	$\text{RL} \geq 200$
		R5	$\text{RL} \geq 300$
	giallo	R0	Nessun requisito
		R1	$\text{RL} \geq 80$
provvisorio		R3	$\text{RL} \geq 150$
		R4	$\text{RL} \geq 200$
		R5	$\text{RL} \geq 300$
		R5	$\text{RL} \geq 300$

Il fattore di luminanza β deve essere conforme alla tabella 2 per quanto riguarda la segnaletica orizzontale asciutta. Le coordinate di aromaticità x,y per segnaletica orizzontale asciutta devono trovarsi all'interno delle regioni definite dai vertici forniti nella tabella 3.

TABELLA 2 - classi minime di β per strisce bianche, gialle e nere

colore del segnale orizzontale	tipo di manto stradale	classe	fattore minimo di luminanza β
bianco	asfalto	B0	Nessun requisito
		B2	$\beta \geq 0,30$
		B3	$\beta \geq 0,40$
		B4	$\beta \geq 0,50$
		B5	$\beta \geq 0,60$
	cemento	B0	Nessun requisito
		B3	$\beta \geq 0,40$
		B4	$\beta \geq 0,50$
		B5	$\beta \geq 0,60$
giallo		B0	Nessun requisito
		B1	$\beta \geq 0,20$
		B2	$\beta \geq 0,30$
		B3	$\beta \geq 0,40$

La classe B0 per la valutazione della luminosità del fattore β non è applicabile per colori diversi da quelli richiesti.

COLORE

Il colore della pittura è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore, viene definito mediante le coordinate tricromatiche riferite al diagramma colorimetriche standard C,I,E, 1931 (Commission International d'Eclairage).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A,B,C e D devono rientrare per tutta la loro vita utile, all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche.

TABELLA 3 - Coordinate colorimetriche del bianco del giallo e del blu.

colore		1	2	3	4
bianco	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375
giallo	x	0,443	0,545	0,465	0,389
	y	0,399	0,455	0,535	0,431
blu	x	0,078	0,150	0,210	0,137
	y	0,171	0,220	0,160	0,038
giallo temporaneo	x	0,494	0,545	0,465	0,427
	y	0,427	0,455	0,535	0,483
illuminante normalizzato D65, geometria 45/0					

SCIVOLOSITÀ

La scivolosità è espressa in unità SRT e viene misurata con apposita apparecchiatura per la rilevazione della scivolosità, con il metodo standard WI 226009 (anne · D)

TABELLA 4 - valori minimi SRT

classe	valore SRT minimo
S0	nessun requisito
S1	SRT ³⁴⁵
S2	SRT ³⁵⁰
S3	SRT ³⁵⁵
S4	SRT ³⁶⁰
S5	SRT ³⁶⁵

7 – NORME DI ACCETTAZIONE

L'Appaltatore è obbligato a notificare alla Direzione Lavori, in tempo utile ed in ogni caso entro 30 (trenta) giorni dalla data di aggiudicazione o prima della data di consegna, se questa per ragioni di massima urgenza viene effettuata con le riserve di legge, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e verifiche che la Direzione Lavori della Società reputasse necessarie prima di accettarli.

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

La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro o fra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta in base al giudizio della Direzione Lavori, con la premessa che i materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione.

Le verifiche di rispondenza, in conformità a quanto previsto dalle Norme UNI EN ISO 9002/94, devono essere certificate da Enti riconosciuti dalla Società, in conformità alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 2357 del 16.05.1996 (Gazzetta Ufficiale n° 125 del 30.05.1996).

A queste condizioni e purchè i materiali corrispondano ai requisiti di seguito fissati, l'Appaltatore è libero di provvedere i materiali dove reputerà più opportuno.

I materiali potranno essere posti in opera solo dopo essere stati accettati dalla Direzione Lavori.

In correlazione a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche, in merito alle caratteristiche dei materiali e forniture in genere, l'Appaltatore è obbligato a presentarsi in ogni tempo a tutte le prove dei materiali e forniture da impiegarsi o che abbiano già trovato impiego.

Tutte le spese di prelievo e di invio dei campioni ai laboratori prove di fiducia indicati dalla Società, oltre alle spese occorrenti per le prove stesse, saranno a carico dell'Appaltatore.

Il prelievo dei campioni da esaminare potrà essere eseguito in qualsiasi momento e gli addetti ai mezzi di approvvigionamento o di posa dovranno agevolare le operazioni del prelievo stesso secondo le quantità sotto indicate:

- 4 kg per ogni colore;
- 4 kg di diluente (se previsto);
- 2 kg di microsfere di vetro da premiscelare;
- 2 kg di microsfere di vetro da post-spruzzare;
- n° 3 lamierini di acciaio (dimensioni 30x50 cm, spessore 0,5 mm) su cui devono essere stati applicati i prodotti.

Per i prodotti asportati dall'opera in corso di esecuzione, l'Appaltatore è tenuto a provvedere a sua cura e spese al ripristino della parte manomessa.

Le prove suddette, se necessario, potranno essere ripetute anche per materiali e forniture della stessa specie sempre a spese dell'Appaltatore.

L'esito favorevole delle prove, anche se effettuate nel cantiere, non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che non si raggiungano i prescritti requisiti e la durata delle garanzie richieste.

Potrà essere ordinata la conservazione dei campioni, con sigilli e firma del Direttore dei Lavori e del responsabile di cantiere dell'Impresa, al fine di garantirne l'autenticità.

L'accettazione dei materiali, che normalmente è definita dopo che gli stessi sono stati posti in opera, non può mai pregiudicare il diritto della Direzione Lavori di rifiutare, in qualsiasi tempo e fino a certificazione definitiva, i materiali che non corrispondessero ai requisiti ed alle caratteristiche contrattuali.

I materiali rifiutati devono essere allontanati dal cantiere entro il termine fissato dalla Direzione Lavori, a completa cura e spese dell'Appaltatore.

8 – CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI PER LA SEGNALETICA ORIZZONTALE

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale si classificano nel seguente modo:

1. PITTURE

Pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate con garanzia di anni 1 (uno).

La pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

2. IDROPITTURE con microsfere di vetro postspruzzate.

La pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

3. TERMOPLASTICO

Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo o estrusione, con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate; la garanzia sarà di anni 1 (uno) per la pittura termospruzzata normale e di anni 3 (tre) per la pittura ad estrusione, normale o rumorosa, di spessore da 3 a 5 mm.

4. LAMINATI ELASTOPLASTICI

I laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con reinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione possono essere di due tipi:

-per applicazioni provvisorie: segnaletica removibile per cantieri;

-per applicazioni altamente sollecitate con garanzia come specificato al successivo punto

14.10.

9 – TRATTI ANTINEBBIA

I tratti autostradali individuati come “antinebbia” devono essere mantenuti costantemente efficienti.

Lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all'art. 141 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Codice della Strada (D.P.R. 16.12.1992 n° 495).

La forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di progetto e secondo le indicazioni della D.LL.

10 – CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

PITTURE A FREDDO CON MICROSFERE DI VETRO PREMISCELATE E POST-SPRUZZATE

La pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi e da microsfere di vetro (perline), il tutto disperso in diluenti e solventi idonei

COLORI DELLE PITTURE

I colori di fornitura delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (registro colori 840 – HR):

bianco	R.A.L.	9016
giallo	R.A.L.	1007
blu	R.A.L.	5015

La determinazione del colore è eseguita in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE PER LE TRE PIGMENTAZIONI

Le pitture a freddo premiscelate e postspruzzate con microsfere di vetro:

1	massa volumetrica (T= 20°C)	1,6 – 1,9 g/cm ³
2	residuo non volatile	75-85/100 g
3	quantità pigmenti (*)	35/100 g
4	quantità di TiO ₂ (**)	30%
5	quantità microsfere premiscelate	30%
6	quantità microsfere postspruzzate	300 g/m ²

Metodi per le prove: “1”, “2”, “3”, “4”;

1 – F.T.M.S. 141a-4184

2 - ASTM D-2832

3 - F.T.M.S. 141a-4021

4 - ASTM D-1394

(*) riferito a 100g di prodotto esente da microsfere

(**) riferito alla quantità di pigmenti

TEMPO DI ESSICAZIONE

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto di conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15-20 minuti dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcere o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

DOSAGGIO

Le quantità minime di pittura da applicare, per interventi con pitture a freddo sono le seguenti:

a	su pavimentazione drenante:	
	interventi su pavimentazione nuova	2000 g/m ²
	interventi di ripasso	1400 g/m ²
b	su pavimentazione di qualsiasi altro tipo:	
	interventi su pavimentazione nuova	1800 g/m ²
	interventi di ripasso	1400 g/m ²

IDROPITTURE CON MICROSFERE DI VETRO POST-SPRUZZATE

COLORI DELLE PITTURE

I colori di fornitura delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (registro colori 840 – HR):

bianco	R.A.L.	9016
giallo	R.A.L.	1007
blu	R.A.L.	5015

CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE PER LE TRE PIGMENTAZIONI

caratteristiche chimico-fisiche (indicative)		
1	massa volumetrica (T= 25°C)	1,65 – 1,7 g/cm ³
2	residuo non volatile	80% in peso ± 5%
3	quantità pigmenti (*)	45% in peso ± 5%
4	quantità di TiO ₂ (**)	25% in peso ± 5%
5	quantità microsfere postspruzzate finale	≥ 500 g/m ²

Metodi per le prove: “2”, “3”, “4”;

2 - ASTM D-2832

3 - F.T.M.S. 141°-4021

4 - ASTM D-1394

(*) riferito a 100g di prodotto esente da microsfere

(**) riferito alla quantità di pigmenti

TEMPO DI ESSICAZIONE

La pittura deve essere applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto di conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70%.

Il sistema di applicazione dovrà essere tale da garantire la rapida essiccazione del prodotto atto a garantire l'immediata transitabilità.

PITTURE TERMOPLASTICHE DA APPLICARSI A SPRUZZO E/O ESTRUSIONE CON MICROSFERE DI VETRO (PERLINE) PREMISCELATE O POST-SPRUZZATE

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro (perline), da applicare a spruzzo e/o estrusione a caldo.

COLORI DEI MATERIALI

I colori di fornitura delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L. (registro colori 840 – HR):

bianco	R.A.L.	9016
giallo	R.A.L.	1007
blu	R.A.L.	5015

La determinazione del colore è eseguita in laboratori dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

CARATTERISTICHE CHIMICO FISICHE PER LE TRE PIGMENTAZIONI

caratteristiche chimico-fisiche		
1	massa volumetrica (T= 20°C)	1,8 – 2,1 g/cm ³
2	quantità di pigmenti (*)	6% in peso
3	quantità pigmenti + oli	20% in peso
4	quantità di legante (resina+oli)	20% in peso
5	quantità microsferi premiscelate	20% in peso
6	quantità microsferi postspruzzate finale	300 g/m ²

Metodi per le prove: “1”, “2”, “4”;

1 - F.T.M.S. 141a-4184

2 - ASTM D-1394

4 - BS 3262: Part. 1 : 1987

(*) riferito solo al biossido di titanio (TiO₂)

CARATTERISTICHE FISICHE PER LE TRE PIGMENTAZIONI

caratteristiche fisiche per le tre pigmentazioni		
1	punto di rammollimento	≥ 80°C
2	punto di infiammabilità	≥ 230°C
3	resistenza alle escursioni termiche	-20°C+80°C
4	Grado di resistenza allo SKID TESTER	50 SRT

Metodi per le prove: “1”, “4”;

1 - BS 4692

4 – Road Researc Note n° 27 (BS 3262 : 1976) append. G.

TEMPO DI ESSICAZIONE

La pittura applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto di conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30-40 secondi per lo spruzzato ed entro 180-240 secondi per l'estruso dall'applicazione per garantire l'immediata transitabilità.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 711-55.

CONDIZIONI APPLICATIVE

La presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

DOSAGGIO

Le quantità minime da applicarsi sono le seguenti:

a	su pavimentazione drenante: interventi su pavimentazione nuova interventi di ripasso	2600 g/m ² 2000 g/m ²
---	---	--

b	su pavimentazione di altro tipo: interventi su pavimentazione nuova interventi di ripasso	2600 g/m ² 2000 g/m ²
c	per segnaletica termocolata rumorosa e non: interventi su tutti i tipi di pavimentazione nuova o per ripasso	6000 g/m ²

STRISCE LAMINATE AUTOADESIVE PREFABBRICATE, RETRORIFLETTENTI CON PREINSERIMENTO DI MATERIALI AD ALTO INDICE DI RIFRAZIONE

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri di alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsferi di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed elevata resistenza all'usura.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche, all'abrasione e non devono scolorire al sole.

Il laminato deve garantire un perfetto ancoraggio alla pavimentazione stradale, attraverso l'adesivo ad alta presa presente nello strato inferiore del laminato stesso.

Qualora le condizioni della superficie stradale lo richiedano, potrà essere utilizzato un primer per ottimizzare l'ancoraggio, da stendere sulla sola pavimentazione, mediante spruzzatore.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente trafficabile.

REQUISITI A CUI IL PRODOTTO DEVE INIZIALMENTE RISPONDERE

Il materiale oggetto del presente articolo dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

a)– composizione

il prodotto dovrà essere composto da microsferi e particelle antiscivolo immerse in una resina poliuretana di altissima resistenza all'usura e ad alto grado di bianco;

b)– rifrangenza

il laminato dovrà avere i seguenti valori minimi iniziali di retroriflettenza nei quali la luminanza specifica (SL) è espressa in millecandele su mq per lux incidente (MCD x LUX alla ⁻¹m alla⁻²).

L'angolo di incidenza sarà di 86°30' e l'angolo di osservazione sarà di 1° (geometria ecolux);

(MCD x LUX alla ⁻¹m alla⁻²) COLORE BIANCO
su materiale asciutto 1200

La particolare configurazione del laminato e lo specifico posizionamento delle microsferi ad alto indice consentiranno al prodotto stesso un'ottima visibilità notturna anche in condizioni di pioggia.

c)– microsferi

le microsferi ancorate alla resina poliuretana dovranno avere un indice di rifrazione minimo superiore a 1,7.

d)– antiscivolosità

il valore minimo di antiscivolosità dovrà essere almeno di 50 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).

e) – spessore

Il prodotto dovrà avere uno spessore minimo, senza adesivo di 0,5 mm; comunque il laminato, una volta applicato, non potrà sporgere più di 3 mm dal piano della pavimentazione.

Ai sensi dell'art. 14 del D.L. 358/92, lettera e), allo scopo di garantire la costanza delle caratteristiche richieste dalle presenti norme, il materiale dovrà essere prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI/CEN 29000.

REQUISITI DEL LAMINATO DURANTE LA SUA VITA UTILE

Per vita utile del laminato s'intende il periodo di tempo in cui le caratteristiche che lo contraddistinguono si mantengono al di sopra di determinati valori, ritenuti minimi al fine di assicurare l'efficienza e la sicurezza del segnalamento orizzontale.

Tale requisito dipende dalle condizioni del traffico, dalla superficie della pavimentazione stradale, e dal tipo di applicazione.

Il laminato dovrà mantenere un valore minimo di retroriflettenza, espresso in millicandele per mq per lux incidente, misurato con un angolo di incidenza di 86°30' e con un angolo di osservazione di 1° (ecolux), di 100 sia per il colore bianco che per il colore giallo, per tutto il periodo di garanzia:

- **ad incasso:**
 - anni 6 per le strisce longitudinali
 - anni 4 per i simboli e le scritte
- **su nuova pavimentazione**
 - anni 4 per le strisce longitudinali
 - anni 2 per i simboli e le scritte
- **sulle altre pavimentazioni**
 - anni 4 per le strisce longitudinali
 - anni 2 con primer per i simboli e le scritte

Per pavimentazione nuova s'intende quando il laminato viene applicato entro 2 settimane dalla bitumatura della strada (14 giorni) e senza la presenza di precedente segnalamento orizzontale di qualsiasi tipo.

Al di sotto di suddetto valore di 100 (cento), il laminato non sarà più utile al fine di un efficace segnalamento e quindi dovrà essere sostituito.

PROCEDIMENTO DI GARANZIA E DI SOSTITUZIONE

La Ditta produttrice dovrà garantire per iscritto i requisiti di cui al punto precedente altrimenti dovrà provvedere alla immediata rimozione e sostituzione del laminato nelle seguenti circostanze:

- a)– nel periodo coperto da garanzia un controllo in una determinata zona (scelta ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori) dà valori di retroriflettenza inferiori a 100 MCD x LUX alla ⁻¹m alla⁻².
- b)– nello stesso periodo coperto da garanzia si riscontrano distacchi del prodotto o la sua completa erosione.

PRESENTAZIONE DI CAMPIONI E CERTIFICATI

L'impresa prima dell'esecuzione degli interventi dovrà presentare copia della certificazione di qualità rilasciata dal produttore del materiale in oggetto.

L'impresa, inoltre, dovrà presentare adeguata campionatura del laminato, nei vari colori e, a garanzia della uniformità degli stessi campioni, i seguenti certificati ufficiali di analisi, rilasciati da riconosciuti Istituti specializzati ed autorizzati:

- certificato comprovante la presenza di resina poliuretanica;
- certificato comprovante la presenza di microsfele con indice di rifrazione superiore a 1,7;
- certificato attestante i valori minimi iniziali di retroriflettenza espressi in candele per mq per lux incidente, misurato con in angolo di incidenza di 86°30' e con un angolo di osservazione di 1° (geometria ecolux).

La documentazione dovrà chiaramente riportare il nome specifico del materiale sottoposto alle analisi e prove.

Qualora detta documentazione fosse presentata in fotocopia, la stessa dovrà essere identificata dalla Ditta produttrice con vidimazione rilasciata in originale all'Impresa aggiudicataria, sulla copia stessa del certificato.

11. – NORME PER LA VALUTAZIONE E MISURAZIONE DEI LAVORI

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà nell'esecuzione dei lavori, e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Resta sempre salva, in ogni caso, la possibilità di verifica e di rettifica in occasione delle operazioni di collaudo o di certificazione di regolare esecuzione.

- a) la valutazione delle strisce di varia larghezza sarà effettuata a metro lineare per ogni metro lineare effettivamente coperto;
- b) la valutazione delle scritte, zebature, fasce d'arresto, simboli vari sarà effettuata a metro quadro per ogni metro quadrato effettivamente coperto.

CAPITOLO 4 – GESTIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI DURANTE LE ATTIVITA'

ARTICOLO 1 - SOGGETTI COINVOLTI E LORO RESPONSABILITÀ

Ai fini del presente Capitolato, i soggetti coinvolti nella gestione dei rifiuti sono i seguenti:

- Produttore (D.lgs. 152/2006, Art. 183 c.1 lett. f): il produttore dei rifiuti generati durante l'attività di rifacimento della pavimentazione stradale (strati in conglomerato bituminoso e fondazione stradale) viene identificato nell'Appaltatore. Come previsto dalla vigente normativa, il produttore conserva la responsabilità per l'intera catena di trattamento del rifiuto, restando inteso che qualora il produttore trasferisca i rifiuti per il trattamento preliminare ad un trasportatore autorizzato o ad un intermediario autorizzato, tale responsabilità, di regola, comunque sussiste.
- Trasportatore: soggetto che effettua la raccolta e il trasporto dei rifiuti per conto proprio o per conto di terzi, in possesso dell'iscrizione all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali per la categoria e la classe necessari allo svolgimento del servizio. Tutti i mezzi utilizzati dal trasportatore dovranno essere compresi nell'iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali ed autorizzati al trasporto del rifiuto identificato dal relativo codice CER.
- Intermediario (D.lgs. 152/2006, Art. 183 c.1 lett. l): soggetto che dispone il recupero o lo smaltimento per conto del produttore senza acquisire la materiale disponibilità del rifiuto. L'intermediario deve essere iscritto all'Albo Nazionale Gestori Ambientali nella Categoria 8 per la classe necessaria allo svolgimento del servizio, ed autorizzato all'intermediazione dei rifiuti non pericolosi e/o pericolosi a seconda della classificazione del rifiuto oggetto dell'intermediazione.
- Destinatario: soggetto deputato allo smaltimento o al recupero del rifiuto prodotto durante l'attività di rifacimento della pavimentazione stradale. Tale soggetto deve operare con impianti autorizzati dall'Ente Competente secondo le modalità previste dalla vigente normativa (Autorizzazione Integrata Ambientale, Autorizzazione Unica -D.lgs. 152/2006 art. 208-, Procedura semplificata -D.lgs. 152/2006 art. 214-).

In caso di gestione di rifiuti pericolosi, i soggetti sopra elencati dovranno aver aderito al sistema SISTRI qualora ricadenti delle categorie previste dal D.Lgs. 152/2006 Art. 188-ter e dal D.M. 24/04/2014 Art. 1.

ARTICOLO 2 - GESTIONE DOCUMENTALE

L'appaltatore, in qualità di produttore del rifiuto, è responsabile della corretta gestione dei documenti previsti dalla normativa vigente ed in particolare:

- Compilazione del Formulario di Identificazione del Rifiuto (FIR) secondo le modalità previste dal D.lgs. 152/2006 art. 193;
- Compilazione del Registro di Carico e Scarico secondo le modalità previste dal D.lgs. 152/2006 art. 190;
- Dichiarazione annuale MUD da effettuarsi entro il 30/04 di ogni anno.

In caso di produzione di rifiuti pericolosi, a quanto sopra si aggiungono gli obblighi di registrazione del rifiuto nel registro cronologico e di compilazione della scheda movimentazione all'interno del SISTRI.

Nel Formulario e nella Scheda movimentazione, nei relativi campi dedicati alle note, dovrà essere riportata l'identificazione del cantiere e il riferimento al numero del contratto.

L'appaltatore dovrà adoperarsi al fine di ottenere la quarta copia originale del formulario timbrata e firmata per accettazione dal destinatario entro i termini previsti dalla normativa vigente; in ogni caso l'appaltatore dovrà anticipare copia della stessa alla stazione appaltante entro 15 giorni dall'effettuazione del conferimento, secondo modalità preventivamente concordate.

ARTICOLO 3 - CLASSIFICAZIONE E CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE

Il materiale di risulta generato dalle operazioni di rifacimento della pavimentazione stradale costituisce in ogni caso rifiuto, ed è pertanto soggetto alla disciplina vigente in materia di gestione dei rifiuti.

L'appaltatore, in qualità di produttore del rifiuto, è responsabile della corretta classificazione e caratterizzazione del rifiuto. In particolare il produttore deve attribuire al rifiuto un codice CER secondo quanto previsto dalle disposizioni contenute nella Decisione 2000/532/CE (come modificata dalla Decisione 2014/955/CE) e le eventuali classi di pericolo secondo quanto previsto dal Regolamento UE n. 1357/2014. In ogni caso, ai fini della sua caratterizzazione, il rifiuto deve essere sottoposto ad analisi chimica sul tal quale e a test di cessione conforme a quanto previsto dal DM 27/09/2010 o dal DM 05/02/1998 Allegato 3 (come modificato dal DM 05/04/2006 n. 186) a seconda del destino finale del rifiuto.

La caratterizzazione del rifiuto deve avvenire per lotti omogenei e comunque almeno ogni 1.000 mc prodotti formando un campione medio composto tramite il prelievo di un'aliquota ogni 100 mc e successiva miscelazione.

ARTICOLO 4 - GESTIONE DEL MATERIALE RIMOSSO

In linea generale, il materiale tolto d'opera dovrà essere caricato direttamente sugli automezzi per il conferimento del rifiuto al destinatario. Il deposito a terra del materiale può avvenire solamente a seguito di eventuale indicazione della D.LL. legata ad esigenze della stessa; tale deposito dovrà essere effettuato in regime di deposito temporaneo, secondo le disposizioni contenute nel D.lgs. 152/2006 art. 183 lett. bb), da effettuare esclusivamente nel sito di produzione del rifiuto, e quindi all'interno dell'area di cantiere, intesa come porzione di carreggiata chiusa al traffico oggetto dell'intervento di manutenzione.

Il rifiuto dovrà essere depositato su superficie impermeabile e dovrà essere coperto con idonei teli impermeabili al fine di evitarne il dilavamento da parte delle acque meteoriche o il trasporto eolico della frazione più fine. Dovranno inoltre essere messi in atto tutti gli accorgimenti necessari ad evitare che eventuali acque dilavanti possano venire recapitate in fognatura o in altri recettori; tali acque dovranno essere raccolte e smaltite come rifiuto.

ARTICOLO 5 - UTILIZZO DI SUB-FORNITORI PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI

L'appaltatore ha facoltà di selezionare i fornitori per i servizi di trasporto, intermediazione e recupero o smaltimento del rifiuto, a patto che essi siano in possesso di tutte le autorizzazioni necessarie a gestire il rifiuto e siano tecnicamente idonei allo svolgimento del servizio.

Su richiesta della stazione appaltante l'appaltatore dovrà rendere disponibili le autorizzazioni dei soggetti utilizzati per il servizio di trasporto, intermediazione e recupero o smaltimento del rifiuto, al fine di verificare la sussistenza di tali autorizzazioni e la correttezza tecnica e la conformità normativa delle scelte effettuate dall'appaltatore stesso.

L'appaltatore, qualora in possesso delle attrezzature e delle autorizzazioni necessarie, potrà svolgere anche il ruolo di trasportatore e di destinatario del rifiuto.

ARTICOLO 6 - DESTINAZIONE FINALE DEL RIFIUTO

I rifiuti prodotti potranno essere avviati a smaltimento in discarica ovvero a operazioni di recupero, anche tenuto conto di quanto emerso in fase di caratterizzazione del rifiuto.

Il produttore è responsabile del processo di omologa del rifiuto presso l'impianto finale della verifica dell'idoneità dell'impianto finale a svolgere le operazioni di recupero o smaltimento.

I rifiuti dovranno essere conferiti presso impianti che effettuino lo smaltimento o il recupero intermedio, con esclusione quindi di impianti che effettuino il mero stoccaggio (operazione D15 o R13) del rifiuto per poi avviarlo ad impianti successivi.

Nel caso in cui nel formulario vengano indicate come operazioni da effettuare a destino il deposito preliminare (D15) o la messa in riserva (R13) come operazioni da svolgere presso l'impianto finale prima dell'effettivo smaltimento o recupero, il produttore dovrà richiedere al destinatario un'attestazione di avvenuto smaltimento o recupero finale del rifiuto conferito; tale attestazione dovrà essere trasmessa alla stazione appaltante entro 120 giorni dalla data di conferimento del rifiuto.