

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

ESTRATTO SOLO PARTE TECNICA

SOMMARIO

PARTE SECONDA: SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE	1
CAPO 1. QUALITA', REQUISITI DI ACCETTAZIONE E PROVE DEI MATERIALI, MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI.....	1
ART. 70 OPERAZIONI PRELIMINARI - RILIEVI - CAPISALDI - TRACCIATI	1
ART. 71 MODALITÀ DI PROVA.....	1
ART. 72 PRESCRIZIONI GENERALI - PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI	2
ART. 73 PROVE DEI MATERIALI	7
ART. 74 SONDAGGI E TRACCIAMENTI	7
ART. 75 MOVIMENTI DI MATERIE.....	8
ART. 76 SCAVI.....	8
ART. 77 ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONE.....	8
ART. 78 DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI	8
ART. 79 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE E DELLA FONDAZIONE STRADALE IN TRINCEA.....	8
ART. 80 RILEVATI.....	8
ART. 81 IMPIEGO DELLE TERRE APPARTENENTI ALLE CATEGORIE A2-6, A2-7, A4, A5, A6, A7, NELLA FORMAZIONE DEI RILEVATI.....	8
ART. 82 MALTE.....	8
ART. 83 TIRANTI DI ANCORAGGIO	9
ART. 84 OPERE IN CALCESTRUZZO NORMALE, SEMPLICE OD ARMATO	9
ART. 85 CALCESTRUZZI.....	9
ART. 86 ACCIAIO PER CA, CAP	9
ART. 87 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE - CANTONALI - PEZZI SPECIALI - PARAPETTI - ECC.....	9
ART. 88 CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE	9
ART. 89 STRUTTURE ED OPERE METALLICHE	9
ART. 90 APPARECCHI D'APPOGGIO	9
ART. 91 INTONACI E PROTETTIVI DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO	10
ART. 92 GEOTESSILI	10
ART. 92.1 GEOCOMPOSITO PER RINFORZO STRADALE.....	10
ART. 93 DEMOLIZIONE, TOTALE O PARZIALE, REALIZZATA CON FRESE, DI STRATI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	10
ART. 94 GHIAIA IN NATURA.....	11
ART. 95 TERRENO TRATTATO A CALCE	11
ART. 96 FONDAZIONE O BASE IN MISTO CEMENTATO	14
ART. 97 SCARIFICA	14
ART. 98 QUALIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	14
ART. 99 CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI BASE.....	15
ART. 100 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER).....	20
ART. 100 BIS CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO CON MODIFICA DEL BITUME (BINDER)	25
ART. 100 TER CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (BINDER)	30
ART. 104.2 TRATTAMENTI SUPERFICIALI (MONOSTRATO - DOPPIO STRATO)	56
ART. 104.3 CONGLOMERATO BITUMINOSO "SPECIALE" PER MANTI DI USURA COLORATI	63
ART. 104.4 CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA TIPO SPLITTMASTIX.....	69
ART. 105 MISCELE CON MATERIALI DA RICICLARE.....	77
ART. 106 SEGNALETICA ORIZZONTALE	79
ART. 107 SEGNALETICA VERTICALE	81
ART. 108 BARRIERE STRADALI (GUARD-RAIL).....	84
ART. 109 IMPIANTI ELETTRICI E DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE – PRESCRIZIONI GENERALI	84
ART. 110 OPERE A VERDE	84

SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 1. QUALITA', REQUISITI DI ACCETTAZIONE E PROVE DEI MATERIALI, MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORI

ART. 70

OPERAZIONI PRELIMINARI - RILIEVI - CAPISALDI - TRACCIATI

Prima di dare inizio ai lavori che interessano in qualunque modo movimento di materie, l'Appaltatore dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, dei profili e delle sezioni allegati al contratto o successivamente consegnati, segnalando le eventuali discordanze, per iscritto, nel termine di 15 giorni dalla consegna; in difetto i dati plano-altimetrici riportati nei suddetti allegati si intenderanno definitivamente accettati a qualunque titolo.

Nel caso che gli allegati di cui sopra non risultassero completi di tutti gli elementi necessari, o non fossero inseriti in contratto o successivamente consegnati, l'Appaltatore sarà tenuto a richiedere in sede di consegna o al massimo entro 15 giorni dalla stessa, l'esecuzione dei rilievi in contraddittorio e la redazione dei grafici relativi; in difetto nessuna pretesa o giustificazione potrà essere accampata dall'Appaltatore per eventuali ritardi sul programma o sulla ultimazione dei lavori.

Tutte le quote dovranno essere riferite a capisaldi di facile individuazione e di sicura inamovibilità, l'onere della conservazione spetterà all'Appaltatore fino a collaudo.

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

ART. 71

MODALITÀ DI PROVA

La Direzione Lavori avrà la facoltà di sottoporre i materiali da impiegarsi o impiegati nella esecuzione dei lavori ad ogni prova che ritenga necessaria od opportuna per verificarne la rispondenza alle specifiche del presente capitolato ed alle esigenze connesse al loro impiego, uso e destinazione. Allo stesso modo la Direzione Lavori potrà eseguire prove sui materiali già posti in opera ovvero - quando le prestazioni richieste siano riferibili a componenti edilizie o manufatti - su un complesso di materiali tra di loro uniti od assemblati. Per la effettuazione delle prove suddette oltre ai criteri ed alle modalità indicate nei vari articoli del presente Capitolato, si stabilisce, in linea generale, che si utilizzeranno metodi di prova definiti dall'Ente di Unificazione Nazionale (UNI) e dai consimili enti od organizzazioni comunitari ovvero ancora di stati non aderenti alla Unione Europea i cui metodi di prova siano espressamente indicati nel presente Capitolato o nelle certificazioni rilasciate dalle ditte costruttrici.

Le caratteristiche dei materiali e dei manufatti si intenderanno poi accertate ove degli stessi vengano prodotte le certificazioni di conformità rilasciate da organismi certificati e qualificati ai sensi della vigente legislazione accompagnate dalla attestazione del produttore. La certificazione si riferisce ai materiali e manufatti forniti nonché - ove occorra - alla attestazione dell'installatore sulla conformità della posa in opera. La facoltà di far effettuare le prove suddette (o di acquisire ogni necessaria certificazione) si intende espressamente estesa a tutta la durata dell'appalto, e cioè anche per materiali e manufatti già posti in opera, e così fino al collaudo. In particolare sarà facoltà del collaudatore far ripetere prove già effettuate e richiedere ulteriore accertamento strumentale da lui ritenuto opportuno.

Si precisa che:

- fanno carico alla Stazione Appaltante le spese corrispondenti alle sole prestazioni di Istituti Autorizzati scelti dalla D.L. e fornite esclusivamente per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche obbligatorie o specificatamente previste dal Capitolato Speciale d'Appalto;
- fanno carico all'Appaltatore tutte le spese e gli oneri occorrenti per l'effettuazione delle operazioni di prova sui materiali, per il collaudo delle opere, per le verifiche tecniche obbligatorie ovvero specificamente previste dal Capitolato Speciale d'Appalto, eccetto le sole spese di cui al precedente punto a);
- fanno carico all'Appaltatore tutte le spese relative a prove ed analisi, ancorché non prescritte dal Capitolato Speciale d'Appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti, disposte dalla Direzione Lavori o dall'organo di collaudo.

Il prelievo dei campioni da sottoporre a prova sarà effettuato a cura della Direzione Lavori e dalla stessa verbalizzato; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali, dovrà riportare espresso riferimento a tale verbale.

Rimarrà a carico dell'Appaltatore ogni onere ed incombenza per il prelievo e l'invio dei campioni ad Istituti e/o Laboratori come sopra individuati, e per la conservazione dei campioni chiaramente identificati con contrassegno e firma del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore o suo incaricato o, se del caso, chiusi in contenitori appropriati, sigillati e controfirmati come sopra, nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

ART. 72

PRESCRIZIONI GENERALI - PRESENTAZIONE DEL CAMPIONARIO ED ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

L'accettazione dei materiali in cantiere è regolata ai sensi dell'articolo 6 del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 7 marzo 2018, n. 49.

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché essi, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti accettabili e rispondenti ai requisiti appresso stabiliti ed alle caratteristiche indicate nei successivi articoli ed alle voci in elenco.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra: salvo speciali prescrizioni, tutti i materiali occorrenti per i lavori di che trattasi dovranno provenire da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc. scelti ad esclusiva cura dell'Impresa, la quale non potrà quindi accampare alcuna eccezione qualora, in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, stabilimenti, ecc. i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare, ed essa fosse quindi obbligata a ricorrere ad altre cave poste in località diverse o a diverse provenienze.

Si intende che anche in tali casi resteranno invariati i prezzi unitari stabiliti in elenco, come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensioni dei singoli materiali.

In linea generale si stabilisce il principio - al quale l'Impresa appaltatrice si dovrà inderogabilmente uniformare - che tutti i materiali impiegati dovranno essere di buona qualità, ben conservati, privi di qualsiasi difetto, di costruzione o provocato da danni subiti durante il trasporto e l'immagazzinamento e di caratteristiche tecniche e funzionali adeguate alla loro destinazione ed idonee allo scopo per il quale vengono utilizzati.

Essi dovranno altresì soddisfare - per gli specifici campi di applicazione - ogni norma vigente in ordine alle caratteristiche tecniche o di impiego di ciascun singolo materiale o manufatto, ivi comprese, ove esistenti, le relative norme UNI (o, in loro mancanza, progetti di unificazione).

Prima dell'inizio dei lavori (o quanto meno di ogni singola categoria di opere) l'Impresa appaltatrice, a semplice richiesta verbale della D.L., dovrà presentare la campionatura di materiali e manufatti che

intende impiegare, ovvero fornire sufficienti ed inequivocabili elementi di informazione (marca e tipo, provenienza, depliant illustrativi, risultati di prove di laboratorio, certificati ufficiali, ecc.) atti ad individuarne le caratteristiche di qualità e di impiego, od ancora eseguire direttamente in sito campionature di conglomerati bituminosi o di getti in cls, ecc..

L'impresa è inoltre obbligata a presentare, per le barriere stradali, il Certificato di Conformità e marcatura CE; tale marcatura deve indicare che il prodotto è conforme alla norma EN 1317 parte 5 relativa ai sistemi di contenimento dei veicoli, secondo quanto previsto dalle normative vigenti.

La D.L., esaminate le campionature e gli elementi di informazione suddetti, darà il benestare all'impiego od all'esecuzione, oppure nel caso in cui materiali e manufatti non vengano ritenuti di qualità e caratteristiche convenienti - ordinerà la presentazione di ulteriori campionature o darà essa stessa precise indicazioni sui materiali da impiegare.

La scelta tra materiali di uguali od analoghe caratteristiche tecnico - costruttive e prestazioni funzionali, ma di diversa forma od aspetto è demandata alla esclusiva ed insindacabile facoltà della Direzione Lavori.

La D.L. potrà altresì, in qualsiasi momento in corso d'opera procedere in cantiere al prelievo di campioni di materiali e sottoporli, o farli sottoporre, a tutte le prove e verifiche che riterrà necessarie al fine di accertarne la rispondenza alle condizioni di Capitolato ed allo scopo o funzione cui sono destinati.

Qualora da tali prove o verifiche risultino difformità qualitative inaccettabili, la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, ordinerà la sostituzione dei materiali suddetti anche se in tutto o in parte impiegati, restando gli oneri conseguenti - nonché quelli relativi al ripristino delle opere ed al successivo riutilizzo di materiali idonei - a completo carico dell'Appaltatore.

Resta infine espressamente inteso che "l'accettazione dei materiali è definitiva solo dopo la loro posa in opera" e che il Direttore dei Lavori può rifiutare in qualunque tempo quelli che fossero deperiti dopo la introduzione nel cantiere o che, per qualsiasi causa non fossero conformi alle condizioni del contratto, e l'Appaltatore dovrà rimuovere dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese "rimanendo altresì responsabile di ogni onere conseguente".

Non ottemperando l'Appaltatore a tale disposizione, l'Ente appaltante ha diritto di provvedere direttamente addebitando all'Appaltatore la spesa relativa, per la quale verrà fatta detrazione sulla contabilità dei lavori.

I materiali rifiutati dovranno essere sostituiti nel perentorio termine che di volta in volta fisserà la D.L.

Anche in tal caso, non ottemperando l'Appaltatore a tale disposizione, si provvederà d'ufficio, a tutte le spese dell'Appaltatore stesso, e delle spese in parola verrà fatta immediata detrazione sulla contabilità dei lavori.

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

Per la provvista dei materiali in genere si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 15 del Capitolato Generale e, per la scelta ed accettazione dei materiali stessi, saranno a seconda dei casi applicate le norme ufficiali in vigore.

(omissis)...

GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 13043.

Dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti e praticamente esenti da materie eterogenee, non presentare perdite di peso, per decantazione in acqua, superiore al 2%.

PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 13043.

I pietrischetti e le graniglie dovranno essere di natura calcarea, dovranno corrispondere ai requisiti e caratteristiche qui appresso indicati e dovranno in genere provenire da rocce di elevata resistenza alla compressione, durissime e compatte, in guisa da evitare che possano stritolarsi o ridursi in minuti detriti sotto l'azione del carreggio.

Il materiale lapideo per la confezione del pietrisco dovrà avere un coefficiente francese di qualità (DEVAL) non minore di 10, ed un coefficiente I.S.S. non minore di 4.

Il coefficiente di frantumazione non dovrà essere superiore a 140 e la perdita percentuale per decantazione non dovrà essere superiore ad 1.

I pietrischetti e le graniglie provenienti dalla frantumazione di materiali rocciosi saranno esclusivamente costituiti da elementi assortiti, di forma pressoché poliedrica le cui dimensioni saranno comprese tra 2 e 10 mm. per le graniglie e fra 10 e 25 mm. per i pietrischetti.

Saranno rifiutate senz'altro le graniglie ed i pietrischetti ad elementi lamellari o scagliosi e quelli di pezzatura diversa dalla prescrizione.

I pietrischetti e le graniglie saranno ridotti alle prescritte dimensioni mediante granulatori atti a prepararli in forme dei singoli elementi che più si avvicinano a quella poliedrica e che risultano a spigoli vivi e taglienti.

Detto materiale dovrà essere opportunamente vagliato in modo da assicurare che le dimensioni dei singoli elementi siano comprese fra quelle prescritte e dovrà essere spogliato da materie polverulenti provenienti dalla frantumazione mediante lavaggio.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- 1) pietrisco da 40 a 71 mm. ovvero da 40 a 60 mm. se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- 2) pietrisco da 25 a 40 mm. per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- 3) pietrischetto da 15 a 25 mm. per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- 4) pietrischetto da 10 a 15 mm. per trattamenti superficiali, penetrazioni e pietrischetti bituminati;
- 5) graniglia normale da 5 a 10 mm. per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- 6) graniglia minuta da 2 a 5 mm. di impiego eccezionale e previo specifico consenso della D.L. per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

Nella fornitura di aggregato grosso per ogni pezzatura sarà ammessa una percentuale in peso non superiore al 5% di elementi aventi dimensioni maggiori o minori corrispondenti ai limiti della prescelta pezzatura, purché, per altro, le dimensioni di tali elementi non superino il limite massimo o non siano oltre il 10% inferiori al limite minimo della pezzatura fissata.

Gli aggregati grossi non dovranno essere di forma allungata o appiattita (lamellare).

(omissis)...

BITUMI - BITUMI LIQUIDI - EMULSIONE BITUMINOSE - CATRAMI - POLVERE ASFALTICA - OLII MINERALI

- a) I bitumi debbono soddisfare ai requisiti stabiliti nella norma UNI EN 12591.

Per trattamenti superficiali e semipenetrazione si adoperano i tipi B/180/200, B 130/150, per i trattamenti a penetrazione, pietrischetti bitumati, tappeti, si adoperano i tipi B 80/100; B 60/80; per conglomerati chiusi i tipi B 60/80, B 50/60, B 40/50, B 30/40, per asfalto colato il tipo 20/30.

- b) Bitumi liquidi - Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al Fascicolo n.7 del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ed. 1957. Per i trattamenti a caldo si usano i tipi BL 150/300 e BL 350/700 a seconda della stagione e del clima.
- c) Emulsioni bituminose - Debbono soddisfare alle " Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali di cui al "Fascicolo n.3" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.
- d) Catrami - Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei catrami per usi stradali" di cui al "Fascicolo n.1 " del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.
Per i trattamenti si usano i tre tipi: C 10/40, C 40/125 e C 125/500.
- e) Polvere asfaltica - Deve soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali" di cui al "Fascicolo n.6" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

Resta in facoltà della D.L. di prescrivere il tipo di bitume, bitume liquido od emulsione bituminosa a seconda delle temperature prevalenti nel periodo e nella zona in cui i lavori dovranno svolgersi e senza che ciò possa dare diritto all'Impresa a pretendere speciali compensi o prezzi diversi da quelli contemplati nell'unito elenco per i conglomerati bituminosi, per i tappeti di usura, o per i trattamenti superficiali ed in genere per tutti i lavori in cui è previsto l'impiego dei leganti suddetti.

(omissis)...

MATERIALI VARI

Tutti i materiali di cui è previsto l'impiego nella realizzazione delle opere, ma dei quali non sia stato fatto espresso riferimento nel presente articolo, dovranno presentare tutti i requisiti specifici che ne hanno consigliato l'adozione in sede progettuale.

I materiali speciali dovranno risultare tassativamente rispondenti alle prescrizioni.

La D.L. si riserva l'insindacabile facoltà di procedere ad accertamenti al riguardo, a cura e spese dell'Impresa appaltatrice.

(omissis)...

MANTI IMPERMEABILI

Manti prefabbricati bituminosi con supporto in fibra di vetro.

Per tali manti, oltre a quanto di seguito specificatamente prescritto, si farà riferimento alle norme UNI 7468-75, alle caratteristiche dichiarate da fabbricanti accreditati presso "l'Istituto per la Garanzia dei lavori affini all'Edilizia" nonché alla tabella riportata in calce alla "Normativa per le opere di impermeabilizzazione 1° Stralcio" edita dallo stesso Istituto in data gennaio 1975.

I manti prefabbricati bituminosi con supporto in fibre di vetro, ad eccezione del tipo A successivamente definito, dovranno avere le seguenti essenziali caratteristiche:

- le fibre di vetro costituenti il supporto dovranno essere di diametro nominale tra 10 e 18 micron ed uniformi per resistenza, qualità e spessore;
- il manufatto di fibre di vetro dovrà essere uniforme e con costanza di peso e di spessore (tolleranza $\pm 5\%$);
- le fibre di vetro dovranno essere legate con resine sintetiche, insolubili in acqua, non igroscopiche e resistenti fino alla temperatura di 220°C;
- la resistenza longitudinale del feltro di vetro dovrà essere almeno di 16 Kg e quella trasversale almeno di 11 Kg, misurate secondo la norma UNI 3838; la resistenza al passaggio dell'aria sarà di 1 + 2 mm H₂a;
- il manufatto di fibre di vetro dovrà essere prebituminato in macchina continua;
- la massa dell'unità di superficie del manufatto di fibre di vetro dovrà essere compresa tra 50 e 70 g/mq;

- nello svolgersi dei rotoli del manto, le spire dovranno staccarsi liberamente; a tale scopo una faccia potrà essere cosparsa di talco;
- il bitume impiegato dovrà corrispondere al tipo UNI 4157;
- in una prova di estrazione del solubile con solfuro di carbonio il supporto di fibre di vetro dovrà risultare compatto e feltrato e non dovrà avere perduto la sua coesione.

I manti prefabbricati bituminosi con supporto in fibre di vetro si distingueranno nei seguenti tipi:

		A	B	C
massa minima dei manti	g/mq	270	1200	1700
Contenuto solubile in solfuro di carbonio	g/mq	220	900	1400

Il tipo A dovrà essere costituito esclusivamente da veli di fibre di vetro e bitume, quindi con assenza di altri materiali insolubili in solfuro di carbonio.

Le modalità secondo le quali sottoporre a prova i manti bituminosi con supporto in fibre di vetro di tipo B e C, qualora il Direttore dei Lavori lo ritenga necessario, saranno quelle stabilite nella norma UNI 3838.

Manti bituminosi autoprotetti armati con fibre di vetro.

I manti o membrane in argomento, di norma prefabbricati e destinati allo strato di finitura dei trattamenti impermeabilizzanti, saranno costituiti da supporti in fibre di vetro (veli, feltri, tessuti o sistemi misti) impregnati e ricoperti di bitume e miscele bituminose, con la superficie interna protetta da scagliette di ardesia, graniglie di marmo o di quarzo ceramizzate, lamine metalliche a dilatazione autocompensata o meno od altri idonei sistemi.

I veli di vetro avranno le caratteristiche già descritte alla lettera A); il tessuto avrà massa areica non inferiore a 50 g/mq e resistenza a trazione non inferiore a 10 kg/cm.

Il supporto bituminoso avrà una massa non inferiore a 2500 g/mq e sarà costituito da bitume, fillerizzato o meno, ad alto punto di rammollimento (non inferiore comunque a 80°C) e penetrazione a 25°C di 30÷40 dmm.

Le scagliette di ardesia avranno diffusione superficiale non inferiore ad 1 Kg/mq, i materiali granulati diffusione non inferiore ad 1,5 kg/mq; la saldatura, infine, sarà effettuata con non meno di 0,5 Kg/mq di bitume ad alto punto di rammollimento e cariche (talco, mica) in percentuale non superiore al 15% in massa.

In ogni caso, per i manti di cui si parla, potrà essere richiesto il "Certificato di Idoneità Tecnica" rilasciato dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.).

Guaine di gomma sintetica.

Prodotte per vulcanizzazione di copolimeri butadienestirene o isobutilene-isoprene od ancora di polimeri cloropreilici con eventuale aggiunta di additivi peptizzanti, plastificati, antiossidanti, coloranti ed ignifuganti, queste guaine dovranno essere resistenti al bitume, alle calci ed ai cementi, ai raggi ultravioletti, all'ozono, agli agenti meteorologici, alle atmosfere aggressive, alle scintille ed al calore irradiato, alla lacerazione, nonché impermeabili, flessibili ed elastiche.

Gli spessori commerciali delle guaine saranno in generale, salva diversa prescrizione nella voce di elenco prezzi, di 1,5÷2 mm, mentre le altre loro caratteristiche fisico-meccaniche saranno mediamente conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	Unità di misura	Norme di prova	Valori
Durezza	shore A	DIN 53505	70
massa volumica			$\geq 1,2$
fattore di espansione lineare	°C		$\leq 14 \times 10^{-5}$
allungamento a rottura	%	ASTM D412-64T	≥ 300
resistenza alla trazione	Kgf/cmq	ASTM D412	≥ 80
resistenza alla compressione	Kgf/cmq		≥ 75
resistenza alla lacerazione	Kg/cm	ASTM D624	≥ 25
resistenza alla temperatura	°C	ASTM D746-64T	-30/+100
resistenza alla diffusione del vapore			≥ 250.000
assorbimento di acqua a 20°C	%		$\leq 0,1$
resistenza alla fiamma		ASTM D568	auto-estinguente

ART. 73 PROVE DEI MATERIALI

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando, ai sensi di quanto precisato all'Art. 58 del presente Capitolato, a tutte le spese di prelevamento di campioni da inviare ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firmati dal Direttore dei Lavori e dall'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.

I risultati ottenuti negli Istituti di cui sopra saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

ART. 74 SONDAGGI E TRACCIAMENTI

Subito dopo la consegna dei lavori, allo scopo di determinare con la maggiore esattezza possibile il programma delle opere da eseguire, l'Impresa dovrà effettuare, a sua cura e spese, i sondaggi necessari alla determinazione della natura dei terreni, alla profondità di almeno un metro al di sotto delle quote rosse per gli scavi e al di sotto delle quote nere per i rilevati.

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, all'inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette, con obbligo di conservare in perfetto stato di efficienza i picchetti.

Successivamente dovrà pure stabilire, nei tratti che indicherà la D.L., le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

Qualora ai lavori in terra siano connesse opere murarie o di posa di condotte, l'appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse, con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed eventualmente delle modine, come per i lavori in terra.

ART. 75
MOVIMENTI DI MATERIE

(omissis)...

ART. 76
SCAVI

(omissis)...

ART. 77
ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONE

(omissis)...

ART. 78
DEMOLIZIONE DI MURATURE E FABBRICATI

(omissis)...

ART. 79
**PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO STRADALE E DELLA
FONDAZIONE STRADALE IN TRINCEA**

(omissis)...

ART. 80
RILEVATI

(omissis)...

ART. 81
**IMPIEGO DELLE TERRE APPARTENENTI ALLE CATEGORIE A2-6, A2-7, A4, A5, A6,
A7, NELLA FORMAZIONE DEI RILEVATI**

(omissis)...

ART. 82
MALTE

(omissis)...

ART. 83
TIRANTI DI ANCORAGGIO

(omissis)...

ART. 84
OPERE IN CALCESTRUZZO NORMALE, SEMPLICE OD ARMATO

(omissis)...

ART. 85
CALCESTRUZZI

(omissis)...

ART. 86
ACCIAIO PER CA, CAP

(omissis)...

ART. 87
**CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER COPERTINE - CANTONALI - PEZZI SPECIALI -
PARAPETTI - ECC.**

(omissis)...

ART. 88
CASSEFORME - ARMATURE - CENTINATURE

(omissis)...

ART. 89
STRUTTURE ED OPERE METALLICHE

(omissis)...

ART. 90
APPARECCHI D'APPOGGIO

(omissis)...

ART. 91
INTONACI E PROTETTIVI DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

(omissis)...

ART. 92
GEOTESSILI

(omissis)...

ART. 92.1
GEOCOMPOSITO PER RINFORZO STRADALE

I suddetti materiali sono utilizzati per il rinforzo e l'impermeabilizzazione degli strati in conglomerato bituminoso.

Queste membrane sono costituite da un elemento di rinforzo con elevate caratteristiche meccaniche e di stabilità protetto sulla faccia superiore, con un tessuto non tessuto (polimerico) che moltiplica il potere adesivo sfruttando il calore generato dallo strato di conglomerato bituminoso successivo, mentre sulla parte inferiore si trova un film di materiale termoplastico asportabile.

L'applicazione di questi elementi dovrà essere eseguita a freddo (salvo casi particolari dove vengono prescritti dal Costruttore ulteriori provvedimenti per la corretta posa).

Le principali caratteristiche tecniche del geocomposito dovranno essere le seguenti:

- resistenza a trazione trasversale e longitudinale KN/m > 40 (EN 12311 – 1)
- allungamento a rottura L/T % 4 (EN 12311 – 1)

Le sovrapposizioni dei teli dovranno essere, sulle giunture laterali, di almeno cm. 8 e su quelle di testa di almeno cm. 10.

Il piano sottostante nonché le parti laterali (in caso di cassetto di fresatura) dovranno essere accuratamente pulite. Il piano d'appoggio dovrà essere il più regolare possibile per consentire alla membrana di esercitare al meglio le proprie caratteristiche.

In determinate situazioni (vedasi tratti in pendenza e/o situazioni dove viene richiesta l'applicazione del telo tra nuovi strati di conglomerato bituminoso) dovranno essere utilizzate tutte le cautele e i provvedimenti (operativi) necessari ad evitare che la membrana applicata sul piano possa sollevarsi al passaggio dei mezzi deputati alla stesa del sovrastante strato in conglomerato bituminoso.

Il geocomposito dovrà essere totalmente rimovibile e riciclabile a seguito di successive operazioni di fresatura del piano stradale e dovrà essere compatibile con tutti i tipi di conglomerati bituminosi.

ART. 93
DEMOLIZIONE, TOTALE O PARZIALE, REALIZZATA CON FRESE, DI STRATI DI PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

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, che, qualora a giudizio e su ordine della D.L. risulti idoneo, potrà essere riutilizzato, ed in questo caso dovrà essere accumulato in aree idonee da procurarsi a cura e spese dell'Impresa e successivamente ripreso e portato nelle zone di reimpiego senza che tutto questo comporti compensi speciali per l'Impresa, oppure dovrà essere portato a discarica a cura e spese della ditta assuntrice dei lavori; su parere della D.L. potranno essere impiegate fresatrici a sistema misto (preriscaldamento leggero).

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L. La superficie del cavo (nel caso di demolizioni parziali del pacchetto previste nel presente capitolato) dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residuo di strati non completamente fresati che possono compromettere l'aderenza dei nuovi strati da porre in opera.

L'impresa dovrà scrupolosamente attenersi agli spessori di demolizione definiti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati 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 fresatura. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

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

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o sub-corticali dovrà essere eseguita con attrezzature approvate dalla D.L. munite di spazzole e dispositivo 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%.

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

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente pulite, asciutte e uniformemente rivestite dalla mano di attacco di legante bituminoso tale e quale o modificato.

ART. 94 GHIAIA IN NATURA

(omissis)...

ART. 95 TERRENO TRATTATO A CALCE

La terra utilizzata per la formazione del corpo stradale destinata alla stabilizzazione a calce (calce aerea), è appartenente ai gruppi A6, A7/6 o ghiaie argillose di caratteristica A2/6, A2/7 secondo la normativa AASTHO Soil Classification System.

In tal caso la calce aerea viene utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità e la plasticità del terreno naturale per esigenze di compattazione.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

Per la preparazione dello strato si dovrà miscelare il terreno in sito con una percentuale di calce minima del 6,0% sul peso secco, come indicato dallo studio di miscela.

L'Impresa dovrà inoltre effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della sottofondazione 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).

Si deve determinare il valore dell'indice sui campioni tenuti a maturare 7 e 28 giorni in aria a 20° C e U.R. > 95% (presaturazione) e poi saturati 4 giorni in acqua a 20°C (postsaturazione); lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere

analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo del CIC aumentato dello 0.5%.

Si deve inoltre determinare il valore dell'indice IPI (CBR a 0 giorni di maturazione) su provini di terra compattati, mediante punzonatura dopo 2 ore dalla miscelazione. Si riterranno idonee le miscele che presentano un IPI > 10.

La determinazione della Resistenza a Compressione ad Espansione Laterale Libera (Rc), viene eseguita su provini apribili del tipo CBR compattati secondo metodo Proctor, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a 20° C.

La miscela dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti definiti di seguito:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

(MISCELA TERRENO STABILIZZATO A CALCE) REQUISITO METODO DI PROVA SIMBOLO UM
VALORE LIMITE

Indice IPI dopo 2 ore di maturazione

UNI EN 13286-47 IPI % >10

Indice CBR in saturazione a 4 giorni dopo 7 giorni di maturazione

UNI EN 13286-47 CBR % >60

Resistenza a compressione a 7 giorni

UNI EN 13286-41 Rc MPa 1,0

Lo strato di terra stabilizzata costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI SOTTOFONDAZIONE

REQUISITO

METODO DI PROVA DIN 18125 – UNI EN 13286-2

SIMBOLO UM %

VALORE LIMITE > 95

Densità in situ - (rispetto alla densità massima Proctor)

Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm²)

CNR 146 Md Mpa > 65

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Si procederà ad effettuare le seguenti prove durante le fasi di costruzione della fondazione stradale:

REQUISITO

FREQUENZA DEI CONTROLLI

ogni 500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

determinazione della densità in situ ogni 500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

prova di carico con piastra Prova CBR a 7 giorni

ogni 500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

POSA IN OPERA DEL MATERIALE

Nei casi in cui le condizioni climatiche non permettano una esecuzione a regola d'arte, il lavoro dovrà essere sospeso. In caso di piogge intense e di temperature attuali, o prevedibili, prossime o inferiori a 7°C non si darà inizio ad alcuna operazione di stabilizzazione.

La stabilizzazione con calce dei terreni di riporto per rilevati stradali verrà realizzata mediante miscelazione del materiale in sito.

Tutti i processi relativi a detta lavorazione dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L.

Le fasi operative per la stabilizzazione a calce sono quelle di seguito elencate:

Polverizzazione (frantumazione e sminuzzamento di eventuali zolle), se necessaria, della terra in sito ottenibile mediante passate successive di idonea attrezzatura (pulvimixer) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 4 UNI (apertura di 4.76 mm) superiore all'80%.

Determinazione in più punti e a varie profondità dell'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi; nel caso che tali valori si discostino in valore assoluto per più del -1.5% rispetto al valore ottimo determinato con le prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad un aggiunta di acqua mediante annaffiatura se il terreno fosse troppo asciutto fino al raggiungimento della percentuale prescritta. In quest'ultimo caso sarà necessario procedere a nuova erpicatura.

Spandimento della calce, che dovrà essere evitato durante le giornate particolarmente ventose o con rischio di precipitazioni atmosferiche. La quantità di calce in kg/m² è determinabile a partire dalla percentuale ottenuta in laboratorio una volta che sia nota la densità secca in sito del suolo e la profondità dello strato dopo trattamento e costipazione. In ogni caso, il quantitativo di calce da stendere dovrà essere determinato tenendo conto delle possibili perdite ad opera dell'azione eolica, dovendo risultare una quantità di legante miscelato per unità di superficie non inferiore a quello della miscela di progetto prescritta. Il personale operante dovrà comunque essere dotato, indipendentemente dalla ventosità delle giornate, di adeguate maschere protettive. Lo spandimento della calce dovrà avvenire mediante l'uso di spanditore semovente o mediante apposita attrezzatura a coclea. Tali spanditori meccanici devono essere dotati di adeguati sistemi per evitare la dispersione da parte del vento e devono permettere di predeterminare e mantenere il dosaggio della calce, espresso mediante chilogrammi per metro quadrato, indipendentemente dalla velocità di marcia. Per diminuire lo spolvero della calce tutti i mezzi utilizzati per la stesa dovranno essere dotati di gonne flessibili a bande per il contenimento della calce scaricata dal dosatore. Si dovrà verificare preventivamente la quantità della calce effettivamente distribuita dalle macchine spanditrici mediante la taratura delle stesse effettuata facendole transitare su una superficie su cui sono distesi teli di dimensioni note e pesando la quantità di calce raccolta da ciascun telo al fine di tarare l'apertura dei dosatori e la velocità di avanzamento della macchina. La variazione, rispetto al dosaggio prescritto, non dovrà eccedere il - 10%. I controlli sul quantitativo di legante steso potranno essere richiesti anche giornalmente dalla D.L.

Polverizzazione e miscelazione della terra e della calce mediante un numero adeguato di passate di pulvimixer in modo da ottenere una miscela continua ed uniforme, tale cioè che la componente limo-argillosa passi interamente attraverso crivelli a maglia quadrata da 25 mm. Qualora si verificassero piogge durante la miscelazione il procedimento dovrà essere interrotto e lo strato protetto; alla ripresa dei lavori si potrà intervenire aggiungendo delle piccole quantità di calce. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far eseguire, a sua discrezione, prove per la verifica dello spandimento del giusto quantitativo di calce e della corretta miscelazione attraverso rispettivamente il prelievo di campioni che interessino l'intero spessore dello strato lavorato utilizzando la procedura dell'analisi chimica per la ricerca della quantità di calcio aggiunto rispetto al tenore di calcio inizialmente presente nella frazione limo-argillosa e l'esecuzione di pozzetti esplorativi. Le modalità operative e le macchine utilizzate comporteranno la creazione di giunti longitudinali e trasversali.

Le strisce di lavorazione longitudinale dovranno essere sovrapposte per almeno 10 cm e si dovrà provvedere a completare nella stessa giornata lavorativa tratti di tracciato per tutta la larghezza prevista dal progetto. Nei giunti di lavoro trasversali, perpendicolari all'asse del tracciato, la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone in cui il contenuto di calce, lo spessore, o il grado di compattazione risultino inadeguati. I tagli dovranno essere eseguiti all'inizio della giornata lavorativa successiva, nello strato indurito in modo tale da presentare superficie verticale, per evitare la possibilità che si manifestino successive fessurazioni.

Compattazione della miscela Terra-Calce mediante rulli vibranti a bassa frequenza (non inferiori a 2 passaggi a/r) e rulli gommati da 21,5 ton (non inferiori a 8 passaggi a/r). Il passaggio dei mezzi costipanti dovrà essere effettuato nello stesso giorno in cui è stata effettuata la miscelazione, in modo da ridurre al minimo i pericoli connessi all'evaporazione dell'acqua e alla diminuzione della reattività della calce per carbonatazione ed in modo da ottenere l'addensamento richiesto, evitando sovra-sollecitazioni da rullatura che potrebbero favorire la creazione di piani di scorrimento preferenziali. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di far effettuare controlli circa l'umidità della miscela e prescrivere eventuali ulteriori passaggi di pulvimixer. È bene inoltre evitare accuratamente la formazione di impronte che potrebbero provocare ristagni d'acqua in caso di precipitazioni atmosferiche. Nel caso in cui lo strato trattato non venga ricoperto in giornata con altra terra da trattare il giorno successivo, il piano superficiale dovrà essere protetto da eventuali dilavamenti causati da piogge, dal gelo e da forti insolazioni, per permettere una corretta maturazione della miscela.

ART. 96 FONDAZIONE O BASE IN MISTO CEMENTATO

(omissis)...

ART. 97 SCARIFICA

La scarifica verrà eseguita con mezzi meccanici idonei per la profondità minima che sarà prescritta dalla Direzione Lavori.

Il materiale risultante, a giudizio della D.L. potrà essere reimpiegato con esclusione di quelle parti giudicate non idonee che dovranno essere portate a rifiuto.

ART. 98 QUALIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

L'Appaltatore si impegna, qualora richiesto dalla D.L., prima di dare avvio ai lavori, nell'ambito delle specifiche tecniche riportate di seguito, a sottoporre per approvazione della stessa D.L., per ciascun tipo di conglomerato bituminoso da impiegare, un massimo di n. 3 campioni realizzati con diverse miscele al fine di consentire la scelta del mix-design più idoneo da adottarsi nell'intervento in oggetto.

L'Appaltatore, inoltre è tenuto a presentare le specifiche di composizione delle miscele predisposte utilizzate per le campionature preliminari, nonché eventuali prove di laboratorio effettuate. La D.L. si riserva di approvare ed individuare la miscela da porre in opera.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati posti in opera.

Una volta accettata dalla D.L. la composizione di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza.

Rispetto alle percentuali corrispondenti alla curva granulometrica individuata quale ottimale, non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 1,5\%$, del contenuto di sabbia superiore a $\pm 1,5\%$ e del contenuto di additivo superiore a $\pm 1,5\%$.

Tali prescrizioni devono ritenersi valide per gli strati di base, binder ed usura. Infine, per le percentuali di bitume non sarà ammesso uno scostamento da quelle relative alla composizione scelta, superiore a $\pm 0,3\%$.

L'onere relativo alla esecuzione delle prove di qualificazione è a carico dell'Impresa.

ART. 99

CONGLOMERATI BITUMINOSI PER STRATI DI BASE

A) DESCRIZIONE

Lo strato di base è realizzato da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme C.N.R. fascicolo IV/1953) impastato a caldo con bitume previo preriscaldamento degli inerti. Questo verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati o metallici a seconda delle prescrizioni impartite dalla D.L.

Lo spessore dello strato di base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse disposizioni della D.L.

B) MATERIALI INERTI

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

Per il prelevamento di campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute al citato fascicolo C.N.R.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati e da ghiaie anche di provenienze petrografica diversa, purché alle prove indicate di seguito eseguite sui campioni di miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

frantumati non inferiori al 30% in peso della miscela degli inerti;

perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (B.U. C.N.R. n. 34 - 28.03.1973) inferiore al 25%;

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, durevoli, duri, approssimativamente poliedrici, con superficie ruvida, puliti ed esenti da polveri e materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forme appiattite e lenticolari o allungate.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali e di frantumazione. Queste ultime non dovranno mai essere percentualmente inferiori al 30% in peso delle miscele delle sabbie.

Inoltre l'aggregato fino dovrà presentare un valore dell'equivalente equivalente in sabbia, determinato secondo la norma B.U. C. N. R. n. 27 (30.03.1972), compreso tra 50 e 80.

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

- passante al setaccio UNI 0.18 paria al 100% in peso;
- passante al setaccio UNI 0.075 paria al 90% in peso;

Il controllo della granulometria dovrà essere eseguito per via umida.

C) LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo B 50/70 , come riportato in tabella 1 delle norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali CNR B.U. 68 , salvo diverso avviso della Direzione Lavori .

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione compreso fra -1,0 e +1,0

D) MISCELA

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di base dovrà avere composizione granulometrica per la quale, a titolo orientativo, si indica la formula seguente:

SERIE CRIVELLI E SETACCI UNI		PASSANTE: % TOTALE IN PESO
crivello	40	100
crivello	30	80 - 100
crivello	25	70 - 95
crivello	15	45 - 70
crivello	10	35 - 60
crivello	5	25 - 50
setaccio	2	20 - 40
setaccio	0,4	6 - 20
setaccio	0,18	4 - 14
setaccio	0,075	4 - 8

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

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

Tale valore come quello riferito agli aggregati (vedi paragrafi precedenti con scostamenti indicati al paragrafo E) dovrà essere soddisfatto dall'esame delle miscele prelevate all'impianto o dalla vibrofinitrice come pure dall'esame delle carote prelevate in situ .

La miscela di conglomerato bituminoso dovrà possedere elevata resistenza meccanica elasto viscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi.

La miscela di conglomerato bituminoso per STRATO DI BASE dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

- Pressione verticale Kpa : 600 ± 3
- Angolo di rotazione : $1,25 \pm 0,02$
- Velocità di rotazione (giri/min) 30
- Diametro provino (mm) 100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

- giri 10 (N1) dall'12 % al 15% ;
- giri 100 (N2) dal 3 % al 7 % ;
- giri 200 (N3) ≥ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 100 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

- R_t $0,60 \div 1,20$
- CTI > 60

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello di temperatura di 20° che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

- Temp.20° $\geq$ 3.600

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo D) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato di base accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (Rt,CTI,Modulo di rigidezza) nonchè della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Rt da 0,60 a 0,58 detrazione del 10%
- per Rt da 0,58 a 0,55 detrazione del 30%
 - per Rt < 0,55 rifacimento della lavorazione
- per Rt da 1,25 a 1,60 detrazione del 10%
- per Rt > di 1,60 detrazione del 15%
- per CTI da 60 a 57 detrazione del 10%
- per CTI da 57 a 53 detrazione del 20%
- per CTI da 53 a 50 detrazione del 40%
 - per CTI < 50 rifacimento della lavorazione

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidezza dinamico non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Modulo 20° da 3.600 a 3.500 detrazione del 10%
- per Modulo 20° da 3.500 a 3.300 detrazione del 20%
- per Modulo 20° da 3.300 a 3.000 detrazione del 40%
 - per M 20° < 3.000 rifacimento della lavorazione

E) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'impresa, oltre a quanto previsto all'art. 98, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

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

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

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

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

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

In corso d'opera ed in ogni fase della lavorazione, la Direzione Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle presenti prescrizioni.

F) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

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

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

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

La zona destinata al deposito degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

Nel caso di utilizzo di bitume 60-80, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 145°C e 180°C , mentre quella del legante dovrà essere compresa tra 145°C e 160°C .

La tempera del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150°C .

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

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

G) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

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

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo, di macchine vibrofinitrici, in strati finiti di spessore non inferiore a 7 cm e non superiore a 15 cm.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di $0,5\text{ kg/m}^2$.

Le vibrofinitrici saranno dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Esse dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzerramento.

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

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

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

In caso di stesa all'interno di cassette precedentemente fresati si precisa che a fine giornata lavorativa non dovranno essere lasciati dislivelli rispetto alla quota altimetrica della superficie stradale esistente, per ragioni di sicurezza, salvo diverso avviso a discrezione della D.L. all'atto dei lavori.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati e/o di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione dello strato di base il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione dovrà essere compreso fra il 3% ed il 8% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

Volume dei vuoti residui (%)	Penalizzazione (%)
8.5	5
9.0	10
9.5	15
10.0	25
10.5	30
11.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 11,00% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m. 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

H) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali, prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

ART. 100

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER)

A) DESCRIZIONE

Il conglomerato per lo strato di binder sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con adeguati rulli.

B) MATERIALI INERTI

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le Norme CNR capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n. 34 (28/3/73) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso potrà anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni corrispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73) eseguita sulle singole pezzature inferiore o uguale al 22%;
- coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV /1953, inferiore a 140;
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80;
- sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15/11/80) $\leq 30\%$;
- porosità (CNR B.U. n. 65 del 18/5/78) dovrà essere $\leq 1,5\%$;
- coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) dovrà essere inferiore a 0,015;
- idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.
- coefficiente di forma Cf e di appiattimento Ca inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n. 95 del 31/1/84);

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime non dovrà comunque essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73 - prova C), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 27 del 30/3/72) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43.

C) ADDITIVI

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

- passante al setaccio UNI 0,40 (ASTM n. 40) pari al 100% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80) pari al 90% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200) pari al 80% in peso.

Il controllo della granulometria dovrà essere eseguito per via umida. Della quantità di additivo passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm, più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

D) LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo B 50/70 , come riportato in tabella 1 delle norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali CNR B.U. 68 , salvo diverso avviso della Direzione Lavori .

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione compreso fra -1,0 e +1,0

E) MISCELA

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

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso (%)
Crivello	25	100
Crivello	15	65 – 100
Crivello	10	50 – 80
Crivello	5	30 – 60
Setaccio	2	20 – 45
Setaccio	0.4	7 – 25
Setaccio	0.18	5 – 15
Setaccio	0.075	4 - 8

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

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

La miscela di conglomerato bituminoso per STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

- Pressione verticale Kpa : 600 ± 3
- Angolo di rotazione : $1,25 \pm 0,02$
- Velocità di rotazione (giri/min) 30
- Diametro provino (mm) 100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

- giri 10 (N1) dall'12 % al 15% ;
- giri 120 (N2) dal 3 % al 7% ;
- giri 200 (N3) ≥ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 120 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

- R_t $0,72 \div 1,40$
- CTI > 65

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello di temperatura di 20° che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

- Temp.20° ≥ 4.000

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo E) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (R_t , CTI, Modulo di rigidezza) nonché della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per R_t da 0,70 a 0,65 detrazione del 10%
- per R_t da 0,65 a 0,55 detrazione del 30%
 - per $R_t < 0,55$ rifacimento della lavorazione
- per R_t da 1,45 a 1,80 detrazione del 10%
- per $R_t > 1,80$ detrazione del 15%
- per CTI da 63 a 57 detrazione del 10%
- per CTI da 57 a 53 detrazione del 20%
- per CTI da 53 a 50 detrazione del 40%
 - per CTI < 50 rifacimento della lavorazione

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidezza dinamico non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Modulo 20° da 3.800 a 3.500 detrazione del 10%
- per Modulo 20° da 3.500 a 3.300 detrazione del 20%
- per Modulo 20° da 3.300 a 3.000 detrazione del 40%
 - per M 20° < 3.000 rifacimento della lavorazione

F) REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'Impresa, oltre a quanto previsto all'art. 98, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare, prima dell'inizio dei lavori, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale, utilizzando come elementi di riferimento quanto sopra riportato.

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

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 3\%$ e di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) superiore a $\pm 2\%$ sulle percentuali corrispondenti alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,0\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilità di $\pm 0,25\%$.

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

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

G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela.

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

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

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

La zona destinata all'ammannimento 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.

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

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

Salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato, la temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 145 e 180°C, e quella del legante tra 145 e 165°C, mentre la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150°C.

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

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

H) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Prima di iniziare la stesa del binder sarà necessario verificare che la superficie di posa risulti perfettamente pulita ed asciutta. Qualora la D.L. lo ritenga necessario, l'Impresa procederà ad un'accurata pulizia della superficie di posa, mediante energico lavaggio e ventilazione, senza che questo dia diritto a speciali compensi per l'Impresa.

Quindi si procederà alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 Kg/mq. Immediatamente seguirà lo stendimento dello strato di collegamento.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata in un unico strato (a discrezione della D.L.) a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali avendo cura di spalmare il bordo della striscia già realizzata con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

In caso di stesa all'interno di cassette precedentemente fresate si precisa che a fine giornata lavorativa non dovranno essere lasciati dislivelli, rispetto alla quota altimetrica della superficie stradale, per ragioni di sicurezza, salvo diverso avviso a discrezione della D.L. all'atto dei lavori.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; per le zone eventualmente compromesse (con densità inferiori a quelle richieste), lo strato dovrà essere immediatamente rimosso e successivamente ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati e/o di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione dello strato di collegamento (binder) il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione dovrà essere compreso fra il 3% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

Volume dei vuoti residui (%)	Penalizzazione (%)
7.5	5
8.0	10
8.5	15
9.0	25
9.5	30
10.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa.

Si avrà cura inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso (cilindrato con rulli da min. 15 tonn.) .

La superficie finale dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie stradale dovrà aderirvi uniformemente.

Successivamente alla posa del conglomerato bituminoso, qualora venga richiesto dalla D.L l'Impresa dovrà procedere alla sabbiatura della superficie dello strato di collegamento (binder) mediante stesa di mano d'attacco con emulsione bituminosa al 60% in ragione di 0,300 kg/mq e successivo spargimento di strato di sabbia in idonea pezzatura in ragione di 2,5 ÷ 3,0 kg/mq e sua regolarizzazione; gli oneri da ciò derivanti si intendono compresi e compensati con i prezzi di elenco relativi alla posa dello strato di collegamento.

I) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali, prelevati presso l'impianto di produzionee/o dalla vibrofinitrice e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

H) VERIFICHE MICRO-RUGOSITA'

Il conglomerato bituminoso per strato di collegamento dovrà comunque garantire caratteristiche di rugosità superficiali, verificate mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori maggiori o uguali a 60.

La prova, a discrezione della D.L., verrà effettuata in un periodo compreso tra il 30° e 90° giorno dal completamento della stesa del conglomerato bituminoso.

ART. 100 BIS CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO CON MODIFICA DEL BITUME (BINDER)

A) DESCRIZIONE

Il conglomerato per lo strato di binder "conglomerato bituminoso semi-chiuso" sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con adeguati rulli.

B) MATERIALI INERTI

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le Norme CNR capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n. 34 (28/3/73) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso potrà anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni corrispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73) eseguita sulle singole pezzature inferiore o uguale al 22%;
- coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV /1953, inferiore a 140;
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80;
- sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15/11/80) $\leq 30\%$;
- porosità (CNR B.U. n. 65 del 18/5/78) dovrà essere $\leq 1,5\%$;
- coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) dovrà essere inferiore a 0,015;
- idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.
- coefficiente di forma Cf e di appiattimento Ca inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n. 95 del 31/1/84);

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime non dovrà comunque essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73 - prova C), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.

L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 27 del 30/3/72) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 40 .

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43.

C) ADDITIVI

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

- passante al setaccio UNI 0,40 (ASTM n. 40) pari al 100% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80) pari al 90% in peso;
- passante al setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200) pari al 80% in peso.

Il controllo della granulometria dovrà essere eseguito per via umida. Della quantità di additivo passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm, più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

D) LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo B 50/70 , come riportato in tabella 1 delle norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali CNR B.U. 68 , salvo diverso avviso della Direzione Lavori .

Le caratteristiche del bitume modificato dovranno rispondere ai seguenti parametri :

- | | |
|--|------------|
| - Penetrazione a 25°C° (CNR 24/71) | 45/65dmm |
| - Punto di rammollimento palla-anello (CNR 35/73) | ≥ 65°C° |
| - Punto di rottura FRAASS (massima) (CNR 43/72) | ≤ - 15° C° |
| - Durabilità Resist.invecchiamento RTFOT (UNI EN 1427) | % 60 |

E' facoltà della Direzione Lavori effettuare in qualsiasi momento ulteriori indagini riguardanti le caratteristiche dei bitumi modificati di cui sopra.

La modifica dovrà essere costituita da polimeri e/o elastomeri in grado di creare un reticolo polimerico a carattere elastico fissato sulla matrice bituminosa che modifichi le caratteristiche reologiche del bitume iniziale.

Il dosaggio di polimeri e/o elastomeri dovrà essere compreso tra il 4% e l'8% sul peso del bitume.

E) MISCELA

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

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso (%)
Crivello	25	100
Crivello	15	65 – 100
Crivello	10	50 – 80
Crivello	5	30 – 60
Setaccio	2	20 – 45
Setaccio	0.4	7 – 25
Setaccio	0.18	5 – 15
Setaccio	0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% e il 5,5% riferito al peso totale degli aggregati. Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

La miscela di conglomerato bituminoso per STRATO DI COLLEGAMENTO CON MODIFICA DEL BITUME dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

- Pressione verticale Kpa : 600 ± 3
- Angolo di rotazione : $1,25 \pm 0,02$
- Velocità di rotazione (giri/min) 30
- Diametro provino (mm) 100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

- giri 10 (N1) dall'12 % al 15% ;
- giri 100 (N2) dal 3 % al 7 % ;
- giri 200 (N3) ≥ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 100 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

- $R_t > 0,90$
- $CTI > 70$

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello di temperatura di 20° che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

- Temp.20° ≥ 5.700

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo E) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (Binder ad alto modulo) accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (R_t ,CTI,Modulo di rigidezza) nonché della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per R_t da 0,89 a 0,85 detrazione del 10%
- per R_t da 0,85 a 0,70 detrazione del 30%
 - per $R_t < 0,70$ rifacimento della lavorazione
- per CTI da 69 a 65 detrazione del 10%
- per CTI da 65 a 62 detrazione del 20%
- per CTI da 62 a 55 detrazione del 40%
 - per $CTI < 55$ rifacimento della lavorazione

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidezza dinamico non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Modulo 20° da 5.600 a 5.400 detrazione del 10%
- per Modulo 20° da 5.400 a 4.800 detrazione del 20%
- per Modulo 20° da 4.800 a 4.500 detrazione del 40%
 - per $M_{20} < 4.500$ rifacimento della lavorazione

F) REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'Impresa, oltre a quanto previsto all'art. 98, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare, prima dell'inizio dei lavori, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale, utilizzando come elementi di riferimento quanto sopra riportato.

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

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 3\%$ e di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) superiore a $\pm 2\%$ sulle percentuali corrispondenti alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,0\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilità di $\pm 0,25\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e/o dalla vibrofinitrice, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

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

G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela.

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

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

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

La zona destinata all'ammannimento 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.

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

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

Salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato, la temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 145 e 180°C , e quella del legante tra 145 e 165°C , mentre la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150°C .

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

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

H) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Prima di iniziare la stesa del binder sarà necessario verificare che la superficie di posa risulti perfettamente pulita ed asciutta. Qualora la D.L. lo ritenga necessario, l'Impresa procederà ad un'accurata pulizia della superficie di posa, mediante energico lavaggio e ventilazione, senza che questo dia diritto a speciali compensi per l'Impresa.

Quindi si procederà alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 Kg/mq. Immediatamente seguirà lo stendimento dello strato di collegamento.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata in un unico strato (a discrezione della D.L.) a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali avendo cura di spalmare il bordo della striscia già realizzata con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

In caso di stesa all'interno di cassette precedentemente fresate si precisa che a fine giornata lavorativa non dovranno essere lasciati dislivelli, rispetto alla quota altimetrica della superficie stradale, per ragioni di sicurezza, salvo diverso avviso a discrezione della D.L. all'atto dei lavori.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; per le zone eventualmente compromesse (con densità inferiori a quelle richieste), lo strato dovrà essere immediatamente rimosso e successivamente ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati e/o di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione dello strato di collegamento (binder) il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione dovrà essere compreso fra il 4% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

Volume dei vuoti residui (%)	Penalizzazione (%)
7.5	5
8.0	10
8.5	15
9.0	25
9.5	30
10.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa.

Si avrà cura inoltre, che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie finale dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie stradale dovrà aderirvi uniformemente. Successivamente alla posa del conglomerato bituminoso, \dovrà procedere alla sabbiatura della superficie dello strato di collegamento (binder) mediante stesa di mano d'attacco con emulsione bituminosa al 60% in ragione di 0,300 kg/mq e successivo spargimento di strato di sabbia in idonea pezzatura in ragione di $2,5 \div 3,0$ kg/mq e sua regolarizzazione; gli oneri da ciò derivanti si intendono compresi e compensati con i prezzi di elenco relativi alla posa dello strato di collegamento.

I) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali, prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice e/o sulle carote estratte dalla pavimentazione.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

H) VERIFICHE MICRO-RUGOSITA'

Il conglomerato bituminoso per strato di collegamento dovrà comunque garantire caratteristiche di rugosità superficiali, verificate mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori maggiori o uguali a 58.

La prova, a discrezione della D.L. , verrà effettuata in un periodo compreso tra il 30° e 90° giorno dal completamento della stesa del conglomerato bituminoso.

ART. 100 TER

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (BINDER)

A) DESCRIZIONE

Il conglomerato per lo strato di binder "ALTO MODULO" sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con adeguati rulli.

B) MATERIALI INERTI

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le Norme CNR capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme CNR - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme B.U. CNR n. 34 (28/3/73) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso potrà anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni corrispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73) eseguita sulle singole pezzature inferiore o uguale al 22%;

coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV /1953, inferiore a 140;

indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80;

sensibilità al gelo (CNR B.U. n. 80 del 15/11/80) $\leq 30\%$;
 porosità (CNR B.U. n. 65 del 18/5/78) dovrà essere $\leq 1,5\%$;
 coefficiente di imbibizione (CNR fasc. IV/1953) dovrà essere inferiore a 0,015;
 idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.
 coefficiente di forma Cf e di appiattimento Ca inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n. 95 del 31/1/84);
 L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione; la percentuale di queste ultime non dovrà comunque essere inferiore al 70% della miscela delle sabbie. In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi di fiume da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova "Los Angeles" (CNR B.U. n. 34 del 28/3/73 - prova C), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
 L'equivalente in sabbia determinato sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 27 del 30/3/72) dovrà essere superiore od uguale a 70. Nel caso di impiego di sabbie frantumate non lavate l'equivalente in sabbia dovrà essere ≥ 40 .
 La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43.

C) ADDITIVI

Gli additivi (filler), provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
 passante al setaccio UNI 0,40 (ASTM n. 40) pari al 100% in peso;
 passante al setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80) pari al 90% in peso;
 passante al setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200) pari al 80% in peso.
 Il controllo della granulometria dovrà essere eseguito per via umida. Della quantità di additivo passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm, più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

D) LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo B 50/70, come riportato in tabella 1 delle norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali CNR B.U. 68, salvo diverso avviso della Direzione Lavori.

Le caratteristiche del bitume modificato dovranno rispondere ai seguenti parametri :

- Penetrazione a 25°C° (CNR 24/71) 45/65dmm
- Punto di rammollimento palla-anello (CNR 35/73) $\geq 65^\circ\text{C}^\circ$
- Punto di rottura FRAASS (massima) (CNR 43/72) $\leq - 15^\circ\text{C}^\circ$

E' facoltà della Direzione Lavori effettuare in qualsiasi momento ulteriori indagini riguardanti le caratteristiche dei bitumi modificati di cui sopra.

La modifica dovrà essere costituita da polimeri e/o elastomeri in grado di creare un reticolo polimerico a carattere elastico fissato sulla matrice bituminosa che modifichi le caratteristiche reologiche del bitume iniziale.

Il dosaggio di polimeri e/o elastomeri dovrà essere compreso tra il 4% e l'8% sul peso del bitume.

E) MISCELA

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

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso (%)
Crivello	25	100
Crivello	15	65 – 100
Crivello	10	50 – 80

Crivello	5	30 – 60
Setaccio	2	20 – 45
Setaccio	0.4	7 – 25
Setaccio	0.18	5 – 15
Setaccio	0.075	4 - 8

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

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

La miscela di conglomerato bituminoso per STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

Pressione verticale Kpa : 600 $\pm$ 3
 Angolo di rotazione : 1,25 $\pm$ 0,02
 Velocità di rotazione (giri/min) 30
 Diametro provino (mm) 100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

giri 10 (N1) dall'12 % al 15% ;
 giri 120 (N2) dal 3 % al 7 % ;
 giri 200 (N3) $\geq$ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 120 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

R_t 0,95 ÷ 1,70
 CTI > 75

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidità dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello di temperatura di 20° che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :
 Temp.20° $\geq$ 6.000

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo E) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (Binder ad alto modulo) accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (R_t ,CTI,Modulo di rigidità) nonché della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

per R_t da 0,93 a 0,85 detrazione del 10%
 per R_t da 0,85 a 0,70 detrazione del 30%
 per $R_t < 0,70$ rifacimento della lavorazione

per R_t da 1,73 a 2,00 detrazione del 10%
 per $R_t > 2,00$ detrazione del 15%

per CTI da 73 a 68 detrazione del 10%
 per CTI da 68 a 63 detrazione del 20%
 per CTI da 63 a 60 detrazione del 40%
 per CTI <60 rifacimento della lavorazione

per CTI da 200 a 250 detrazione del 10%
 per CTI > di 250 detrazione del 15%

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidità dinamica non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

per Modulo 20° da 5.900 a 5.700 detrazione del 10%
 per Modulo 20° da 5.700 a 4.300 detrazione del 20%
 per Modulo 20° da 4.300 a 4.000 detrazione del 40%
 per M 20° <4.000 rifacimento della lavorazione

F) REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'Impresa, oltre a quanto previsto all'art. 98, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

L'Impresa è poi tenuta a presentare, prima dell'inizio dei lavori, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Impresa ha ricavato la ricetta ottimale, utilizzando come elementi di riferimento quanto sopra riportato.

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

Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a $\pm 3\%$ e di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio UNI 2 mm) superiore a $\pm 2\%$ sulle percentuali corrispondenti alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,0\%$ sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilità di $\pm 0,25\%$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto e/o dalla vibrofinitrice, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

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

G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento e l'uniforme riscaldamento della miscela.

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

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

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

La zona destinata all'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.

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

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

Salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato, la temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 145 e 180°C, e quella del legante tra 145 e 165°C, mentre la temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150°C.

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

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

H) POSA IN OPERA DELLE MISCELE

Prima di iniziare la stesa del binder sarà necessario verificare che la superficie di posa risulti perfettamente pulita ed asciutta. Qualora la D.L. lo ritenga necessario, l'Impresa procederà ad un'accurata pulizia della superficie di posa, mediante energico lavaggio e ventilazione, senza che questo dia diritto a speciali compensi per l'Impresa.

Quindi si procederà alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 Kg/mq. Immediatamente seguirà lo stendimento dello strato di collegamento.

La posa in opera del conglomerato bituminoso verrà effettuata in un unico strato (a discrezione della D.L.) a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali avendo cura di spalmare il bordo della striscia già realizzata con emulsione bituminosa acida al 60% in peso per assicurare la saldatura della striscia successiva.

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

In caso di stesa all'interno di cassette precedentemente fresate si precisa che a fine giornata lavorativa non dovranno essere lasciati dislivelli, rispetto alla quota altimetrica della superficie stradale, per ragioni di sicurezza, salvo diverso avviso a discrezione della D.L. all'atto dei lavori.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; per le zone eventualmente compromesse (con densità inferiori a quelle richieste), lo strato dovrà essere immediatamente rimosso e successivamente ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati e/o di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il

raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione dello strato di collegamento (binder) il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione dovrà essere compreso fra il 4% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

Volume dei vuoti residui (%)	Penalizzazione (%)
7.5	5
8.0	10
8.5	15
9.0	25
9.5	30
10.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa.

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

La superficie finale dello strato dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie stradale dovrà aderirvi uniformemente.

Successivamente alla posa del conglomerato bituminoso, qualora venga richiesto dalla D.L. l'Impresa dovrà procedere alla sabbatura della superficie dello strato di collegamento (binder) mediante stesa di mano d'attacco con emulsione bituminosa al 60% in ragione di 0,300 kg/mq e successivo spargimento di strato di sabbia in idonea pezzatura in ragione di 2,5 ÷ 3,0 kg/mq e sua regolarizzazione; gli oneri da ciò derivanti si intendono compresi e compensati con i prezzi di elenco relativi alla posa dello strato di collegamento.

I) CONTROLLI

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali, prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice e/o sulle carote estratte dalla pavimentazione.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

H) VERIFICHE MICRO-RUGOSITA'

Il conglomerato bituminoso per strato di collegamento dovrà comunque garantire caratteristiche di rugosità superficiali, verificate mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori maggiori o uguali a 60.

La prova, a discrezione della D.L., verrà effettuata in un periodo compreso tra il 30° e 90° giorno dal completamento della stesa del conglomerato bituminoso.

ART.

101

CONGLOMERATO BITUMINOSO "TRADIZIONALE" PER STRATI DI USURA

A) -DESCRIZIONE

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi (secondo le definizioni riportate all'art. 1 delle "norme per l'accettazione dei pietrischetti, pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per costruzioni stradali" CNR - fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, verrà steso in opera a mezzo di macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e/o lisci.

B) MATERIALI INERTI

Il prelevamento dei campioni di materiali inerti per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme CNR cap. II del fasc. IV 1953.

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

perdita in peso alla prova Los Angeles eseguite sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T96 inferiore al 20 %;

CLA O CLA mix maggiore o uguale 0,44 (o PSV ≥ 44) ;

coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV /1953 inferiore a 120;

indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80;

coefficiente di imbibizione, secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,015;

idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.

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

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione, e dovrà presentare un equivalente in sabbia, determinato secondo la prova AASHTO T 176, compreso tra 50 ed 80.

C) ADDITIVI

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

alla prova ASTM D 546 - AASHTO T 37, i passanti dovranno risultare compresi nei seguenti limiti :

- Setaccio ASTM n. 30	Passante in peso a secco 100%
- Setaccio ASTM n. 100	Passante in peso a secco 90%
- Setaccio ASTM n. 200	Passante in peso a secco 65%

la quantità di additivo passante per via umida al setaccio n 200 dovrà essere compresa tra il 100 ed il 200 % della quantità passante a tale setaccio per via secca;

l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello UNI da 5 mm dovrà subire un abbassamento compreso tra un minimo di 30 ad un massimo di 50 punti, in corrispondenza ad un contenuto dell'additivo in esame variante dal 4 al 10% in peso, calcolato sul totale della miscela di aggregato.

È facoltà della Direzione Lavori disporre di utilizzare, in taluni casi, come filler di apporto calce idrata , come sopra citato, (a parziale sostituzione del filler di apporto) . Il tenore di calce idrata (di tipo CL90-S secondo la norma EN 459-2) da inserire dovrà essere almeno del 2% rispetto al peso degli aggregati. Nel caso di utilizzo di filler misto potrà essere utilizzata solo la categoria KA25 come definito dalla EN 13043 .

D) LEGANTE

Il bitume dovrà essere del tipo B 50/70 , come riportato in tabella 1 delle norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali CNR B.U. 68 , salvo diverso avviso della Direzione Lavori .

Il bitume dovrà avere un indice di penetrazione compreso tra -1,0 e +1,0

E) MISCELE

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica per la quale, a titolo di orientamento, si indica la formula seguente:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso (%)
Crivello	15 (1/2")	100

Crivello	10 (3/8")	70 – 100
Crivello	5 (n. 4 serie ASTM)	45 – 75
Setaccio	2 (n. 2 serie ASTM)	30 – 55
Setaccio	0.4 (n. 40 serie ASTM)	12 – 30
Setaccio	0.18 (n. 80 serie ASTM)	7 – 20
Setaccio	0.075 (n. 200 serie ASTM)	5 - 10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5% ed il 7% riferito al peso totale, degli aggregati.

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

Tale valore come quello riferito agli aggregati (vedi paragrafo F) dovrà essere soddisfatto dall'esame delle miscele prelevate all'impianto o dalla vibrofinitrice come pure dall'esame delle carote prelevate in sito .

La miscela di conglomerato bituminoso per usura dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

Pressione verticale Kpa : 600 ± 3
 Angolo di rotazione : $1,25 \pm 0,02$
 Velocità di rotazione (giri/min) 30
 Diametro provino (mm) 100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

giri 10 (N1) dall'10 % al 15% ;
 giri 120 (N2) dal 3 % al 6% ;
 giri 200 (N3) ≥ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 120 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

R_t $0,80 \div 1,60$
 CTI $70 \div 150$

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello e/o livelli di temperatura , tra i tre sotto riportati 10°, 20°, 40°, a discrezione della D.L., che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

Temp.10° ≥ 8.000
 Temp.20° ≥ 5.000
 Temp.40° ≥ 1.200

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo E) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato d'usura accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (R_t ,CTI,Modulo di rigidezza) nonchè della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

per Rt da 0,75 a 0,66 detrazione del 10%
 per Rt da 0,66 a 0,58 detrazione del 20%
 per Rt da 0,58 a 0,52 detrazione del 40%
 per Rt < 0,52 rifacimento della lavorazione

per Rt da 1,68 a 2,00 detrazione del 10%
 per Rt > di 2,00 detrazione del 15%

per CTI da 67 a 63 detrazione del 10%
 per CTI da 63 a 60 detrazione del 20%
 per CTI da 60 a 55 detrazione del 40%
 per CTI < 55 rifacimento della lavorazione

per CTI da 158 a 187 detrazione del 10%
 per CTI > di 187 detrazione del 15%

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidezza dinamico non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

per Modulo 10° da 7.600 a 6.600 detrazione del 10%
 per Modulo 10° da 6.600 a 5.800 detrazione del 20%
 per Modulo 10° da 5.800 a 5.400 detrazione del 40%
 per M 10° < 5.400 rifacimento della lavorazione

per Modulo 20° da 4.500 a 4.100 detrazione del 10%
 per Modulo 20° da 4.100 a 3.700 detrazione del 20%
 per Modulo 20° da 3.700 a 3.500 detrazione del 40%
 per M 20° < 3.500 rifacimento della lavorazione

per Modulo 40° da 1.100 a 985 detrazione del 10%
 per Modulo 40° da 985 a 880 detrazione del 20%
 per Modulo 40° da 880 a 850 detrazione del 40%
 per M 40° < 850 rifacimento della lavorazione

F) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

L'impresa, oltre a quanto previsto all'art. 98, ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali su campioni di aggregato e di legante, per la relativa accettazione.

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

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

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

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

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

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

G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo impianti fissi ed approvati dalla D.L., in particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria, la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore, il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e dell'additivo.

A discrezione della D.L. dovranno essere frequentemente controllate le qualità e le caratteristiche del bitume, le temperature, degli aggregati e del bitume. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

H) POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante energico lavaggio e ventilazione ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione tipo ER 60 in ragione di 0,5 Kg/mq.

A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla D.L..

L'applicazione dei conglomerati bituminosi verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici-finitrici, di tipo approvato dalla D.L., in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa dovrà essere non inferiore a 130°.

La stesa dei conglomerati non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2-3 cm. di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5 °C.

Se la temperatura dello strato di posa è compresa tra 5-10 °C si dovranno adottare, previa autorizzazione della D.L., degli accorgimenti che consentano ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (innalzamento temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

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

Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale e quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesioni alle superfici di contatto.

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, tenendo presente che il raccordo va realizzato considerando il rapporto di mt. 1,5 - 2,00 per ogni cm. di spessore con rifinitura della stesa effettuata con l'ausilio di attrezzi manuali tali da consentire la separazione e la successiva rimozione dell'inerte più grosso dalla miscela. Si precisa che detti giunti dovranno risultare, a compattazione avvenuta, tali da presentare sulla linea d'attacco con il piano esistente un dislivello massimo pari a mm. 5.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm.

Si precisa che, salvo i casi ove si operi in tratti stradali soggetti a chiusura al traffico veicolare (attraverso apposita ordinanza di sospensione al traffico) o su precise disposizioni della D.L. , non è ammesso, a fine giornata lavorativa, lasciare dislivelli altimetrici longitudinali e trasversali ma bensì occorre, per ovvie ragioni di sicurezza, completare la stesa del conglomerato bituminoso in modo da mantenere , inalterato a livello altimetrico, il profilo trasversale e longitudinale della strada .

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni: un'asta rettilinea lunga 4 m, posta sulle superficie pavimentata, dovrà aderirvi con uniformità. Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm. Qualora si riscontrassero, a lavori ultimati, difformità in merito alla regolarità superficiale , misurata come sopra in più punti e su tratte, ritenute a giudizio della D.L. sufficientemente rappresentative della singola tratta o di tutto l'intervento, rientranti nello spessore dei 4 mm. , verrà applicata una detrazione del 15% sulla relativa voce di elenco prezzi. Tale detrazione dovrà essere commisurata all'estensione delle superfici e/o tratte interessate dalla presenza dei difetti di regolarità (si applica su tutta la larghezza dell'intervento). Si precisa che qualora le misurazioni effettuate dovessero far emergere scostamenti maggiori di mm. 4 la pavimentazione non verrà accettata e dovrà essere rimossa ed eseguita nuovamente a spese dell'Impresa .

Il manto di usura e lo strato di collegamento sarà compresso con rulli meccanici a rapida inversione di marcia del peso di 6 - 8 t. La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale. Il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 12 - 14 t e con rulli gommati del peso di 10 - 13 t.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati e/o di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Al termine della compattazione dello strato di USURA il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione dovrà essere compreso fra il 3% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

Volume dei vuoti residui (%)	Penalizzazione (%)
7.5	5
8.0	10
8.5	15
9.0	25
9.5	30
10.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

I) Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice all'atto della stesa e sulle carote estratte dalla pavimentazione (vedasi anche quanto già riportato ai paragrafi Precedenti).

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale, mentre quelli sui parametri di aderenza verranno effettuati sulla base di quanto riportato al successivo paragrafo L) .

L) PROVE E CONTROLLI sui parametri di ADERENZA

Micro e macro rugosità a lavori ultimati

Il manto d'usura ottenuto con la miscela ed i parametri sopra descritti dovrà garantire il raggiungimento dei parametri sotto riportati.

Microrugosità

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, tale parametro sarà verificato mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori maggiori a 62.

Macrorugosità

La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.u.n.94 del 15.10.83) dovrà avere i seguenti requisiti: $HS \geq 0,6$.

Le suddette verifiche verranno effettuate in un periodo compreso tra il 30° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico a discrezione della D.L. Le suddette verifiche dovranno essere effettuate in misura tale da essere sufficientemente rappresentative del lavoro realizzato e verranno eseguite nei punti indicati a giudizio della D.L.. Qualora risultassero valori di dubbia attendibilità, data la stagione in corso, (in particolare quelli relativi alla micro rugosità) e/o risultassero valori tali da nutrire dubbi sulla qualità dell'inerte utilizzato le suddette verifiche, a giudizio della D.L., potranno essere posticipate anche oltre il periodo sopra indicato (90° giorno dall'apertura al traffico) proprio per verificare l'eventuale decadimento dei parametri sopra richiesti. In questo caso rimarranno sospese le attività contabili.

Per le verifiche suddette, in ogni caso, si dovranno testare un numero di tratti che a giudizio della D.L. siano ritenuti sufficientemente rappresentativi dell'intervento e/o interventi effettuati.

Per le opportune valutazioni sull'analisi delle suddette prove vengono fissati valori soglia di accettabilità dalla D.L. : BPN = 55 ; Hs = 0,40 . Qualora dalle verifiche suddette dovessero risultare , ovviamente dai dati opportunamente mediati e ritenuti sufficientemente rappresentativi dalla D.L. (sia per singola tratta che per tutto l'intervento globale di pavimentazione stradale), valori inferiori a quelli prescritti sopra riportati ma comunque al di sopra (o uguali) dei valori di soglia di accettabilità verranno applicate le seguenti detrazioni sulla voce di elenco prezzi riguardante lo strato d'usura posato :

Per valori BPN da 62 a 60 detrazione del 10% ;
 Per valori BPN da 59 a 55 detrazione del 20% ;
 Per valori HS da 0,59 a 0,50 detrazione del 10% ;
 Per valori HS da 0,49 a 0,40 detrazione del 20% ;

Qualora invece si riscontrassero, dalle verifiche suddette, valori al di sotto di quelli indicati come soglia di accettabilità l'Impresa dovrà procedere all'asportazione dello strato d'usura ed al successivo rifacimento a proprie spese .

ART.

102

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATI DI USURA CON AGGREGATO SINTETICO CHIARO

Il conglomerato in oggetto sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle norme CNR sui materiali stradali fasc. IV/1953) impastati con bitume a caldo unitamente ad aggregato sintetico chiaro (tipo Synopal) della pezzatura 2-15 mm.

La percentuale dell'aggregato sintetico sul peso totale della miscela costituente il conglomerato potrà essere compresa tra il 30 e il 45% a seconda che l'aggregato naturale sia chiaro o scuro.

Per tutti gli aspetti relativi alla realizzazione dello strato d'usura con conglomerato bituminoso chiaro in questione, si applica, in tutto, quanto contenuto all'art. 101 salvo quanto prescritto espressamente al presente articolo.

ART.

103

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA CON INERTE BASALTICO E BITUME TAL QUALE

A) -DESCRIZIONE

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi (secondo le definizioni riportate all'art. 1 delle "norme per l'accettazione dei pietrischetti, pietrischi, graniglie, sabbie,

additivi per costruzioni stradali" CNR - fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, verrà steso in opera a mezzo di macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e/o lisci. Una parte degli inerti dovrà essere costituita da rocce basaltiche, come specificato nel seguito.

B) INERTI

Per l'aggregato grosso saranno impiegati esclusivamente frantumati di cava, con le seguenti caratteristiche:

perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (secondo le norme B.U. CNR n.34 del 28/3/1973) inferiore al 18%;

indice dei vuoti delle singole pezzature secondo le norme B.U. CNR fasc. IV/1 953 inferiore a 0,85;

coefficiente di imbibizione secondo le norme B.U. CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,015;

l'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme CNR fasc. IV/1953;

il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A) dovrà essere maggiore o uguale a 0,45(Norme B.U. CNR);

La D.L. si riserva di effettuare sugli inerti preparati su cubetto di malta reoplastica la prova di durezza Vickers (Galileo mod. SA - 200/v) con punta piramidale, carico di 30 Kg- e tempo di permanenza di 15 secondi (UNI 1955 2' ed. marzo 1981); il valore "HVII" dovrà essere superiore a 300 Kg/mm² (media su 9 penetrazioni a cubetto), su almeno tre cubetti.

La miscela finale degli aggregati dovrà contenere inerti di natura basaltica in peso compreso fra il 40% ed il 50% di quello della stessa miscela finale degli aggregati. Tali inerti di natura basaltica dovranno inoltre essere così dosati:

pietrischetti di pezzatura 10 – 15 mm in percentuale compresa fra il 10% ed il 15% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati;

graniglia di pezzatura 5 - 10 mm in percentuale compresa fra il 30% ed il 35% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati;

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, ovvero non accettabili. I materiali non accettabili sulla base dei controlli in corso d'opera, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'impresa.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione, e dovrà presentare un equivalente in sabbia, determinato secondo la prova AASHO T 176, compreso tra 50 ed 80.

C) ADDITIVI

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 101, punto C).

D) LEGANTE

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 101, punto D).

E) MISCELE

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 101, punto E).

F) CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 101, punto F).

G) FORMAZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 101, punto G).

H) POSA IN OPERA DEGLI IMPASTI

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 101, punto H).

I) CONTROLLI

Valgono le norme e le prescrizioni di cui all'art. 101, punto I).

L) PROVE E CONTROLLI SUI PARAMETRI DI ADERENZA

Micro e macro rugosità a lavori ultimati

Il manto d'usura ottenuto con la miscela ed i parametri sopra descritti dovrà garantire il raggiungimento dei parametri sotto riportati.

Microrugosità

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, tale parametro sarà verificato mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori maggiori o uguali a 65.

Macrorugosità

La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.u.n.94 del 15.10.83) dovrà avere i seguenti requisiti: $HS \geq 0,6$.

Le suddette verifiche verranno effettuate in un periodo compreso tra 30 e 90 giorni dall'apertura al traffico a discrezione della D.L. Le suddette verifiche dovranno essere effettuate in misura tale da essere sufficientemente rappresentative del lavoro realizzato e verranno eseguite nei punti indicati a giudizio della D.L.. Qualora risultassero valori di dubbia attendibilità, data la stagione in corso, (in particolare quelli relativi alla micro rugosità) e/o risultassero valori tali da nutrire dubbi sulla qualità dell'inerte utilizzato le suddette verifiche, a giudizio della D.L., potranno essere posticipate anche oltre il periodo sopra indicato (90° giorno dall'apertura al traffico) proprio per verificare l'eventuale decadimento dei parametri sopra richiesti. In questo caso rimarranno sospese le attività contabili.

In ogni caso si dovranno testare un numero di tratti che a giudizio della D.L. siano ritenuti sufficientemente rappresentativi dell'intervento e/o interventi effettuati.

Per le opportune valutazioni sull'analisi delle suddette prove vengono fissati valori soglia di accettabilità dalla D.L. : BPN = 60 ; Hs = 0,40 . Qualora dalle verifiche suddette dovessero risultare , ovviamente da dati opportunamente mediati e ritenuti sufficientemente rappresentativi dalla D.L. (sia per singola tratta che per tutto l'intervento globale di pavimentazione stradale), valori inferiori a quelli prescritti sopra riportati ma comunque al di sopra (o uguali) dei valori di soglia di accettabilità verranno applicate le seguenti detrazioni sulla voce di elenco prezzi riguardante lo strato d'usura posato :

Per valori BPN da 64 a 61 detrazione del 10% ;
 Per valori BPN da 61 a 60 detrazione del 25% ;
 Per valori HS da 0,59 a 0,50 detrazione del 10% ;
 Per valori HS da 0,49 a 0,40 detrazione del 25% ;

Qualora invece si riscontrassero, dalle verifiche suddette, valori al di sotto di quelli indicati come soglia di accettabilità l'Impresa dovrà procedere all'asportazione dello strato d'usura ed al successivo rifacimento a proprie spese .

ART.

104

CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA CON INERTE BASALTICO E BITUME MODIFICATO (HARD)

a) Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale piuttosto che un altro, o tra diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta, in base al giudizio della D.L., la quale, per i materiali da acquistare si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

b) Gli inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, dovranno provenire totalmente dalla frantumazione di rocce e devono soddisfare particolari requisiti, poliedricità, resistenza meccanica all'abrasione ed al levigamento.

Dovranno inoltre essere assolutamente scevri di polveri, sostanze limo argillose e qualsiasi altro materiale estraneo. Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, con perdita di peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34173), inferiore al 18% e non superiore al 16% per la massima pezzatura: inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere maggiore di 0,45 (Norme C.N.R. B.U.).

L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione.

La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà, comunque, essere inferiore all'85% della miscela delle sabbie.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia dovrà avere alla prova Los Angeles, (CNR B.U. n. 34/73 Classe 'C') eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 20%.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due dovrà essere maggiore od uguale all'80% (CNR B.U. n. 27/72).

Il coefficiente di imbibizione, secondo le Norme B.U. CNR fasc. IV/1953, dovrà essere inferiore a 0,015.

L'idrofilia dovrà rispondere ai valori indicati nelle Norme CNR fasc. IV/1953.

La D.L. si riserva di effettuare sugli inerti preparati su cubetto di malta reoplastica la prova di durezza Vickers (Galileo mod. SA-200/V) con punta piramidale, carico di 30 kg. e tempo di permanenza di 15 secondi (UNI 1955 2' ed. marzo 1981); il valore "HV" dovrà essere superiore a 300 kg/mm² (media su 9 penetrazioni a cubetto), su almeno tre cubetti. Comunque la miscela finale degli aggregati dovrà contenere almeno una percentuale dal 10 al 15% in peso, di pietrischetti m./m. 10/15 e dal 30 al 35% in peso di graniglie m/m. 5/10 di natura basaltica (B.U. n. 104 del 27/11/1984).

b.1) L'aggregato fino

Sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione, che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

equivalente in sabbia determinato secondo la prova AASHO T 176 dovrà essere superiore a 80.

La miscela finale degli aggregati dovrà contenere inerti di natura basaltica in peso compreso fra il 40% ed il 50% di quello della stessa miscela finale degli aggregati. Tali inerti di natura basaltica dovranno inoltre essere così dosati:

pietrischetti di pezzatura 10 – 15 mm in percentuale compresa fra il 10% ed il 15% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati;

graniglia di pezzatura 5 - 10 mm in percentuale compresa fra il 30% ed il 35% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati;

b.2) Gli additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento Portland 325, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti dovranno soddisfare ai seguenti requisiti :

- alla prova CNR B.U. 23/71 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio ASTM n. 30	Passante in peso a secco 100%
Setaccio ASTM n. 100	Passante in peso a secco 90%
Setaccio ASTM n. 200	Passante in peso a secco 65%

- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 200, più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.

Nel caso di impiego di ceneri volanti queste non dovranno superare il 40% del passante totale al setaccio ASTM n. 200.

La quantità di additivo passante per via umida al setaccio n. 220 dovrà essere compresa tra il 100 e il 200% della quantità passante a tale setaccio per via secca.

Inoltre dovranno essere tali che l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello UNI da 5 mm. subisca un abbassamento compreso tra un minimo di 30 e un massimo di 50 punti, in corrispondenza ad un contenuto dell'additivo in esame variante del 4 al 10% in peso, calcolato sul totale della miscela di aggregato.

c) Legante

c.1 Bitumi

Il presente articolo di Capitolato Speciale prevede l'impiego di bitume modificato avente le seguenti caratteristiche :

bitume modificato hard (alto tenore di modifica)

- | | | |
|---|----------|------------|
| - Penetrazione a 25°C° (CNR 24/71) | 45/65dmm | |
| - Punto di rammollimento palla-anello (CNR 35/73) | | ≥ 65°C° |
| - Punto di rottura FRAASS (massima) (CNR 43/72) | | ≤ - 15° C° |

E' facolta della Direzione Lavori effettuare in qualsiasi momento ulteriori indagini riguardanti le caratteristiche dei bitumi modificati di cui sopra.

c.2)Polimeri modificanti il bitume

Dovranno essere costituiti da polimeri e/o elastomeri in grado di creare un reticolo polimerico a carattere elastico fissato sulla matrice bituminosa che modifichi le caratteristiche reologiche del bitume iniziale.

Il dosaggio di polimeri e/o elastomeri dovrà essere compreso tra il 4% e l'8% (hard) sul peso del bitume.

d) Miscele

Il conglomerato bituminoso sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglia, sabbia ed additivi mescolati con bitume a caldo, di tipo modificato, e verrà steso in opera mediante macchine vibrofinatrici di tipo preventivamente approvato dalla D.L.

d.1 Granulometria degli aggregati

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica per la quale, a titolo di orientamento, si indica la formula seguente:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
crivello 15 (1/2")	90-100

crivello 10 (3/8)	70-80
crivello 5 (nr 4 serie ASTM)	45-60
setaccio 2 (nr 10 serie ASTM)	30-45
setaccio 0,4 (nr 40 serie ASTM)	12-30
setaccio 0,18 (nr 80 serie ASTM)	7-20
setaccio 0,075 (nr 200 serie ASTM)	5-10

Più in dettaglio la curva granulometrica degli aggregati da impiegare nella formazione del conglomerato potrà essere indicativamente la seguente:

Setacci (mm.)	Passante totale in peso %
0,08	8,4
0,16	12
0,315	17
0,5	20
1	25
2	36
3,15	46
4	51
5	53
6,3	53
8	56
10	77
12,5	96
15	100

Si ribadisce, che la miscela finale degli aggregati dovrà contenere inerti di natura basaltica in peso compreso fra il 40% ed il 50% di quello della stessa miscela finale degli aggregati. Tali inerti di natura basaltica dovranno inoltre essere così dosati:

pietrischetti di pezzatura 10 – 15 mm in percentuale compresa fra il 10% ed il 15% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati;

graniglia di pezzatura 5 - 10 mm in percentuale compresa fra il 30% ed il 35% in peso rispetto al peso della miscela finale degli aggregati.

Gli altri inerti impiegati dovranno essere di natura silicea - calcarea e possedere le caratteristiche in precedenza descritte

L'impresa, oltre a quanto previsto all'art. 98, è tenuta a presentare la composizione delle miscele che intende adottare comprovando, con certificati di laboratorio la rispondenza, della composizione granulometrica e del dosaggio in bitume, alle richieste caratteristiche di stabilità, compattezza e impermeabilità.

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

Una volta accettata la composizione proposta, l'impresa dovrà ad essa attenersi rigorosamente. Non sarà ammessa una variazione del contenuto di sabbia e dell'aggregato grosso di ± 5 sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di $\pm 1,5$ sulla percentuale di additivo.

d.2) Dosaggio del legante

Come già in precedenza detto dovrà essere impiegato bitume modificato.

Il dosaggio di legante dovrà essere compreso fra il 5,5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli inerti.

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

Tale valore come quello riferito agli aggregati di cui sopra (paragrafo b) dovrà essere soddisfatto dall'esame delle miscele prelevate all'impianto o dalla vibrofinitrice come pure dall'esame delle carote prelevate in situ.

e) Formazione e confezione degli impasti

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi approvati dalla Direzione dei Lavori. In particolare essi dovranno essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria, la perfetta dosatura degli aggregati mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore, il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume e degli eventuali additivi.

La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 175°C.

A discrezione della Direzione Lavori potranno essere frequentemente controllate le qualità e le caratteristiche del bitume le temperature degli aggregati e del bitume.

A tal fine gli essiccatori, le caldaie e tramogge degli impianti dovranno essere munite di termometri fissi.

Si precisa comunque che la curva granulometrica degli inerti, i dosaggi e quant'altro l sopra indicato potranno essere eventualmente modificati a cura dell'Impresa esecutrice, previa approvazione della D.L. in quanto l'Impresa stessa è responsabile dei requisiti prestazionali della pavimentazione realizzata che dovranno tutti essere rispettati.

f) Modalità di stesa del conglomerato bituminoso

Immediatamente prima della stesa del conglomerato si dovrà procedere ad una accurata pulizia del piano di posa mediante l'impiego di spazzatrici meccaniche e soffiatrici e/o mediante lavaggio con acqua in pressione nel rispetto delle prescrizioni della D.L.

Si dovrà poi procedere alla stesa di una mano d'ancoraggio con l'impiego di bitume modificato in ragione di 400/450 g/mq. (o a scelta della D.L. di emulsione tipo ER 55 o ER 60 in ragione di 0,5 kg./mq.).

Il conglomerato bituminoso va posto in opera non appena l'emulsione bituminosa si sarà ., "rotta" con una vibrofinitrice di tipo approvato dalla D.L. in perfetto stato d'uso: al fine di garantire un buon esito del lavoro, la stesa deve essere particolarmente controllata ed a lavoro ultimato la pavimentazione dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla D.L.

In primo luogo va costantemente verificata la temperatura di uscita del conglomerato dal ferro da stiro della vibrofinitrice: questa, per garantire una buona lavorabilità del materiale, non deve mai scendere sotto i 150 - 160°C.

La velocità d'avanzamento della vibrofinitrice non deve superare i 4-6 m/6 min.

Come d'uso deve essere sempre la vibrofinitrice che spinge l'autocarro in fase di avanzamento.

La stesa del conglomerato non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro e in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2-3 cm. di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5°C.

Se la temperatura del piano di posa è compresa tra i 5 e 10°C si dovranno adottare, previa autorizzazione della D.L., i necessari accorgimenti che consentano di ottenere ugualmente la

compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (ad esempio innalzamento della temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere immediatamente rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'impresa. Nella stesa si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale e, quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato, il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa dovrà essere non inferiore a 140°.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e di giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesione alle superfici di contatto.

Si precisa che, salvo i casi ove si operi in tratti stradali soggetti a chiusura al traffico veicolare (attraverso apposita ordinanza di sospensione al traffico) o su precise disposizioni della D.L., non è ammesso, a fine giornata lavorativa, lasciare dislivelli altimetrici longitudinali e trasversali ma bensì occorre, per ovvie ragioni di sicurezza, completare la stesa del conglomerato bituminoso in modo da mantenere, inalterato a livello altimetrico, il profilo trasversale e longitudinale della strada.

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, tenendo presente che il raccordo va realizzato considerando il rapporto di mt. 1,5 - 2,00 per ogni cm. di spessore con rifinitura della stesa effettuata con l'ausilio di attrezzi manuali tali da consentire la separazione e la successiva rimozione dell'inerte più grosso dalla miscela. Si precisa che detti giunti dovranno risultare, a compattazione avvenuta, tali da presentare sulla linea d'attacco con il piano esistente un dislivello massimo pari a mm. 5.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali suddetti risultino sfasati di almeno 30 cm.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni; un'asta rettilinea lunga m. 4,00 posta sulla superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità.

Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4 mm.

Qualora si riscontrassero, a lavori ultimati, difformità in merito alla regolarità superficiale, misurata come sopra in più punti e su tratte, ritenute a giudizio della D.L. sufficientemente rappresentative della singola tratta o di tutto l'intervento, rientranti nello spessore dei 4 mm., verrà applicata una detrazione del 15% sulla relativa voce di elenco prezzi. Tale detrazione dovrà essere commisurata all'estensione delle superfici e/o tratte interessate dalla presenza dei difetti di regolarità (si applica su tutta la larghezza dell'intervento). Si precisa che qualora le misurazioni effettuate dovessero far emergere scostamenti maggiori di mm. 4 la pavimentazione non verrà accettata e dovrà essere rimossa ed eseguita nuovamente a spese dell'Impresa.

Il conglomerato dovrà essere costipato con rulli meccanici, a rapida inversione di marcia, e con rulli semoventi a ruote gommate del peso 10/12 t (carico per ruota pari a 1650 kg.) a scelta della D.L.

L'azione di costipamento deve seguire immediatamente la stesa del materiale quando la temperatura dello stesso non sia scesa sotto i 140 – 150 °C.

La prima compattazione dovrà essere fatta con passata del rutto semovente gommato a velocità media (circa 200 ml/minuto) con le ruote motrici rivolte sempre verso la vibrofinitrice proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga sempre, parzialmente, al precedente.

Si dovrà comunque evitare ogni scorrimento dell'impasto sotto le ruote del rullo. Si procederà inoltre con passaggi in diagonale.

Il secondo rullo, tandem, di tipo statico, del peso di 8 t. deve seguire più distante del primo, per la finitura della superficie. La sua velocità dovrà essere pari a circa 80 ml/minuto.

In ogni caso le modalità di costipamento da adottare dovranno essere tali da assicurare il prescritto addensamento in tutto lo spessore dello strato nonché l'adeguata finitura e sagomatura della sua superficie.

Inizialmente si procederà a costipare il giunto longitudinale con la striscia precedentemente stesa; si passerà quindi a rullare l'altro lato della nuova striscia, procedendo poi gradualmente verso il centro e tornando infine sul giunto longitudinale.

Questa operazione andrà ripetuta per ciascun rullo adoperato finché l'impasto non mostra più alcun addensamento al passaggio del rullo, per contro l'operazione dovrà essere interrotta se si manifesta una tendenza al dislocamento dell'impasto per temperatura troppo alta o alla fessurazione per temperatura troppo bassa.

Ogni passaggio del rullo dovrà essere sovrapposto per circa metà larghezza al passaggio precedente e le inversioni di marcia, in prossimità della finitrice, dovranno essere tutte sfalsate fra loro; gli spostamenti trasversali del rullo da un passaggio all'altro dovranno essere effettuati diagonalmente ad una sufficiente distanza dalla finitrice.

Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato ancora caldo.

Nelle curve sopraelevate il costipamento deve essere eseguito iniziando dalla parte bassa e terminando in quella alta senza alcuna azione vibrante.

g) Requisiti FISICO-MECCANICI di accettazione del conglomerato bituminoso per strato d'usura modificato hard

La miscela di conglomerato bituminoso dovrà possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi, nonché garantire elevata rugosità superficiale.

La miscela di conglomerato bituminoso per usura (modificato hard) dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

Pressione verticale Kpa :	600 ± 3
Angolo di rotazione :	1,25 ± 0,02
Velocità di rotazione (giri/min)	30
Diametro provino (mm)	100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

giri 10	(N1)	dall'10 % al 15% ;
giri 120	(N2)	dal 3 % al 6% ;
giri 200	(N3)	≥ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 120 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

R_t	1,00 ÷ 1,80
CTI	80 ÷ 180

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello e/o livelli di temperatura (tra i tre sotto riportati 10°, 20°, 40°), a discrezione della D.L., che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

Temp.10° ≥ 9.500
 Temp.20° ≥ 6.000
 Temp.40° ≥ 1.500

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo g) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato d'usura MODIFICATO accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (Rt,CTI,Modulo di rigidezza) nonchè della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

per Rt da 0,95 a 0,82 detrazione del 10%
 per Rt da 0,82 a 0,75 detrazione del 20%
 per Rt < 0,75 a 0,70 detrazione del 40%
 per Rt < 0,70 rifacimento della lavorazione

per Rt da 1,89 a 2,25 detrazione del 10%
 per Rt > di 2,25 detrazione del 15%

per CTI da 76 a 66 detrazione del 10%
 per CTI da 66 a 60 detrazione del 20%
 per CTI da 60 a 55 detrazione del 40%
 per CTI <55 rifacimento della lavorazione

per CTI da 190 a 225 detrazione del 10%
 per Rt > di 225 detrazione del 15%

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidezza dinamico non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

per Modulo 10° da 9.300 a 8.500 detrazione del 10%
 per Modulo 10° da 8.500 a 7.500 detrazione del 20%
 per Modulo 10° da 7.500 a 6.500 detrazione del 40%
 Per M 10° <6.500 rifacimento della lavorazione

per Modulo 20° da 5.400 a 4.900 detrazione del 10%
 per Modulo 20° da 4.900 a 4.400 detrazione del 20%
 per Modulo 20° da 4.400 a 4.000 detrazione del 40%
 Per M 20° < 4.000 rifacimento della lavorazione

per Modulo 40° da 1.400 a 1.200 detrazione del 10%
 per Modulo 40° da 1.200 a 1.100 detrazione del 20%
 per Modulo 40° da 1.100 a 1.000 detrazione del 40%

Per $M_{40} < 1.000$ rifacimento della lavorazione

Eventualmente la Direzione Lavori si riserva, in fase di verifica, di effettuare una ricerca sulla resistenza alle deformazioni plastiche permanenti (secondo le norme Francesi) determinata con il test al simulatore di traffico deve essere inferiore al 10% a 1000 cicli ed al 20% a 3000 cicli.

h) Prove e controlli

L'impresa ha l'obbligo di prestarsi a far eseguire spese, presso Laboratori Ufficiali o comunque presso Laboratori preventivamente approvati dalla D.L. tutte le prove, in particolare quelle di impasto di qualificazione come previsto all'art. 101, le verifiche ed i controlli che la D.L. stessa riterrà, a suo insindacabile giudizio, di richiedere.

In particolare saranno richieste prove sperimentali sui campioni di inerti e di leganti per la loro accettazione.

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice all'atto della stesa e sulle carote estratte dalla pavimentazione a lavori ultimati (vedasi anche quanto già riportato ai paragrafi Precedenti).

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale, mentre quelli sui parametri di aderenza verranno effettuati sulla base di quanto riportato al successivo paragrafo h4).

In specifico saranno eseguite le seguenti prove e controlli:

h.1) Prove e controlli preliminari

Prelievo di campioni dagli inerti da impiegare delle varie granulometrie prescelte.

Analisi granulometrica dei campioni e determinazione della massa volumica reale dei materiali mediante il metodo dei picnometri.

Preparazione di n. 4 diversi campioni di conglomerato con l'impiego di bitume modificato utilizzando diverse curve granulometriche, modificando le percentuali del legante, del filler ecc.

Effettuazione sui suddetti n. 4 campioni di tutte le prove normalmente finalizzate, ad accertare il rispetto dei requisiti indicati ed inoltre, a discrezione della D.L. del test di lavorabilità da eseguirsi con la pressa a compattazione giratoria e del test di ormaitura con il simulatore di traffico.

h.2) Prove e controlli in corso d'opera

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

h.3) Prove e controlli a lavori ultimati

Fino alla data del collaudo dei lavori eseguiti saranno effettuati, a discrezione della D.L., prelievi di campioni dalla pavimentazione eseguita, mediante carote o tasselli, e saranno testati i campioni prelevati all'atto della stesa, per il controllo delle seguenti caratteristiche:

contenuto % di bitume (CNR B.U. n. 38 del 21/03/1973, estrazione "quantitativa");

caratteristiche chimico-fisiche del bitume (CNR B.U. n. 133 del 14/12/1991, estrazione "qualitativa");

granulometria degli aggregati;

natura e percentuali litologiche dell'aggregato grosso;

determinazione delle prestazioni meccaniche così come indicato al paragrafo g precedente;

volume % dei vuoti residui, che dovrà risultare compreso tra il 3 e il 7% del volume totale del campione.

Si precisa che qualora la percentuale dei vuoti risulti superiore al 7% verranno applicate penalità sulla base dello schema seguente:

Volume dei vuoti residui (%)	Penalizzazione (%)
7.5	5
8.0	10
8.5	15
9.0	25
9.5	30
10.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale.

h.4) Prove e controlli Micro e macro rugosità a lavori ultimati

Il manto d'usura ottenuto con la miscela ed i parametri sopra descritti dovrà garantire il raggiungimento dei parametri sotto riportati.

Microrugosità

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, tale parametro sarà verificato mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori maggiori o uguali a 65.

Macrorugosità

La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.u.n.94 del 15.10.83) dovrà avere i seguenti requisiti: $HS \geq 0,6$.

Le suddette verifiche verranno effettuate in un periodo compreso tra il 30° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico a discrezione della D.L. Le suddette verifiche dovranno essere effettuate in misura tale da essere sufficientemente rappresentative del lavoro realizzato e verranno eseguite nei punti indicati a giudizio della D.L.. Qualora risultassero valori di dubbia attendibilità, data la stagione in corso, (in particolare quelli relativi alla micro rugosità) e/o risultassero valori tali da nutrire dubbi sulla qualità dell'inerte utilizzato le suddette verifiche, a giudizio della D.L., potranno essere posticipate anche oltre il periodo sopra indicato (90° giorno dall'apertura al traffico) proprio per verificare l'eventuale decadimento dei parametri sopra richiesti. In questo caso rimarranno sospese le attività contabili.

In ogni caso si dovranno testare un numero di tratti che a giudizio della D.L. siano ritenuti sufficientemente rappresentativi dell'intervento e/o interventi effettuati.

Per le opportune valutazioni sull'analisi delle suddette prove vengono fissati valori soglia di accettabilità dalla D.L. : BPN = 60 ; Hs = 0,40 . Qualora dalle verifiche suddette dovessero risultare , ovviamente da dati opportunamente mediati e ritenuti sufficientemente rappresentativi dalla D.L. (sia per singola tratta che per tutto l'intervento globale di pavimentazione stradale), valori inferiori a quelli prescritti sopra riportati ma comunque al di sopra (o uguali) dei valori di soglia di accettabilità verranno applicate le seguenti detrazioni sulla voce di elenco prezzi riguardante lo strato d'usura posato :

Per valori BPN da 64 a 61 detrazione del 10% ;
 Per valori BPN da 61 a 60 detrazione del 25% ;
 Per valori HS da 0,59 a 0,50 detrazione del 10% ;
 Per valori HS da 0,49 a 0,40 detrazione del 25% ;

Qualora invece si riscontrassero, dalle verifiche suddette, valori al di sotto di quelli indicati come soglia di accettabilità l'Impresa dovrà procedere all'asportazione dello strato d'usura ed al successivo rifacimento a proprie spese.

ART.

104.1

MALTA BITUMINOSA (MICROTAPPETO - MACRO SEAL)

A) Descrizione

Il microtappeto a freddo tipo MACRO-SEAL è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvidita.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

B) Materiali inerti

Con riferimento a quanto stabilito sopra 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 diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta in base a giudizio della D.L. la quale, per i materiali da impiegare, si assicurerà che provengano da produttori di provata capacità e serietà.

B.1) Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica all'abrasione ed al levigamento e corrispondere ai requisiti di cui alle norme CNR per "l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali".

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava, di rocce basaltiche, con perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. N. 34/73), minore del 18%; inoltre il coefficiente di levigabilità accelerata (C.L.A.) determinato su tali pezzature dovrà essere $\geq 0,46$ (CNR B.U. n° 140 del 15/10/92), la porosità $\leq 1,5\%$ (CNR B.U. n° 65 del 18/05/1978), la quantità di frantumato deve essere 100%, il coefficiente d'imbibizione $\leq 0,015$ (CNR fasc. IV/1953).

Il materiale dovrà essere di qualità uniforme, pulito e praticamente esente da polvere, terra, argilla, ed altre materie eterogenee; pertanto, è obbligatorio il lavaggio con acqua in quantità abbondante, effettuato durante la produzione.

I singoli elementi della graniglia e del pietrischetto dovranno avere forma poliedrica, escludendosi tassativamente i materiali contenenti elementi a superficie arrotondate, a forma lamellare, aghiforme o allungate, pertanto i coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" dovranno essere inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR B.U. n° 95 del 31/01/1984), la sensibilità al gelo $\leq 20\%$ (CNR B.U. n° 80 del 15/11/1980), lo spogliamento in acqua a 40°C deve essere 0% (CNR 80/80).

L'aggregato fino deve essere composto da sabbie provenienti da frantumazione.

In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi da cui è ricavata per frantumazione la sabbia deve avere alla prova Los Angeles, (CNR B.U. n° 34/73 – Classe "C") eseguita sul granulato della stessa provenienza la perdita in peso non superiore al 25%.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, maggiore a 2 mm (maglia quadra), non deve superare nella curva granulometrica finale il 10% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di C.L.A. $\leq 0,43$.

L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due deve essere $\geq 80\%$.

B.2) Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 325).

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

il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 il Δ PA deve essere $\geq 5^{\circ}\text{C}$ (CNR 122/88) alla prova CNR B.U. n° 75 del 08/04/1980;

i passanti in peso devono risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

setaccio UNI 0,40 mm passante in peso per via umida 100%

setaccio UNI 0,18 mm passante in peso per via umida 90%

setaccio UNI 0,075 mm passante in peso per via umida 80%

della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco;

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

B.3) Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose.

B.4) Miscele

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati, in funzione dello spessore finale richiesto.

Spessore minimo	9 mm	6 mm	4 mm
Crivelli e setacci UNI	Passante (%)		
15	100	100	100
10	85-100	100	100
5	55-75	55-80	85-100
2	36-55	30-55	58-83
0,4	14-28	14-28	22-36
0,18	8-19	8-19	11-22
0,075	4-10	5-10	6-10

Miscele con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

C) Malta bituminosa

Il legante bituminoso sarà costituito da un bitume modificato ed emulsionato al 60% a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare bitume con penetrazione 80/100.

Devono essere impiegati additivi chimici per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione.

Il loro dosaggio, ottimizzato con uno studio di laboratorio, deve essere in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

I requisiti richiesti per il legante per microtappeto a freddo (Tipo Macro-seal) dovranno essere i seguenti:

Contenuto di legante	100 – a)	60 ± 1%
PH (grado di acidità)		2 - 4

Caratteristiche del bitume Estratto CNR 100/84	Metodo di prova	Valori
Penetrazione a 25°C, 100 gr. x 5"	EN 1426	50 ÷ 70 dmm
Punto di rammollimento	EN1427	> 60°C
Punto di rottura (Fraass)	EN 12593	< -13°C
Viscosità Brookfield a 160°C	ASTM 4402	> 0,300 Pas
Ritorno Elastico a 25°C	EN 13398	> 50%

D) Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa elastomerizzata dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm
Dosaggio malta	Kg/m²	13 – 20	8 – 14	6 – 10
Dimensione max inerti	Mm	10 – 12	7 – 9	5 – 6
Contenuto di bitume modificato residuo, % in peso sugli inerti	%	5,0 – 7,5	6,0 – 8,0	7,0 – 10,0

E) Formazione e confezione degli impasti

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con un'apposita macchina impastatrice-stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- serbatoio dell'emulsione bituminosa modificata
- serbatoio dell'acqua
- serbatoio dell'additivo
- tramoggia degli aggregati lapidei, tramoggia del filler dosatore degli aggregati lapidei, nastro trasportatore
- spruzzatore dell'emulsione bituminosa modificata
- spruzzatore dell'acqua
- mescolatore
- stenditore a carter

Le operazioni di produzione e stesa, devono avvenire in modo continuo e connesso alla velocità di avanzamento della macchina nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e filler nel mescolatore
- aggiunta dell'acqua d'impasto e dell'additivo
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità
- aggiunta dell'emulsione bituminosa modificata
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter
- distribuzione dell'impasto nello stenditore
- stesa e livellamento

Prima di iniziare la stesa del microtappeto a freddo si dovrà procedere ad una energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, che potrà avvenire manualmente o con idonei mezzi meccanici, per cui tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati oppure, ad insindacabile giudizio della D.L., si dovrà procedere al lavaggio della pavimentazione con autobotte con getti a pressione.

In alcuni casi a giudizio della D.L. si dovrà procedere ad una omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

La stesa dovrà essere uniforme e la velocità di avanzamento regolata secondo le quantità e gli spessori indicati dalla D.L. ed eseguita parallelamente all'asse stradale.

Non dovranno avvenire fenomeni di segregazione della miscela durante le fasi di stesa e prima dell'inizio della "rottura" dell'emulsione.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del microtappeto mediante stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 daN per mq di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli gommati di peso adeguato.

Al termine delle operazioni di stesa, il microtappeto dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi e giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela ed assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve, etc.), è opportuno che la malta bituminosa venga leggermente rullata prima dell'indurimento.

La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare, munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione e/o la posa in opera del microtappeto a freddo dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore a 5°C ed in caso di pioggia.

L'apertura al traffico dovrà essere sempre possibile dopo alcune ore dalla messa in opera del "MACRO-SEAL".

F) Prove e controlli a lavori ultimati

Il coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T. misurato con l'apparecchiatura SCRIM) dovrà risultare nell'arco di un anno della stesa non inferiore a 65, inoltre la tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale, misurata con il sistema dell'altezza in sabbia "HS" (B.U. CNR 94183) o mediante il misuratore "MINI TEXTURE METER" (WDM-TRRL), dovrà essere superiore a 0,8 mm nello stesso arco di tempo.

Qualora il valore CAT e/o HS sia inferiore a tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesa dello strato e/o all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per aumentare i rispettivi valori.

ART. 104.2

TRATTAMENTI SUPERFICIALI (MONOSTRATO - DOPPIO STRATO)

A) Descrizione

I trattamenti consistono in operazioni di irruvidimento del manto stradale da effettuare con inerti di elevate caratteristiche di resistenza all'abrasione ed all'urto, incollati tramite bitumi additivati da applicare a freddo sulla pavimentazione preesistente.

B) Materiali inerti

I pietrischetti e le graniglie proverranno dalla frantumazione meccanica seguita con apparecchi granulatori, di rocce basaltiche la cui provenienza dovrà essere preventivamente o per iscritto accettata dalla Direzione dei Lavori previa presentazione di certificato di analisi da parte di Istituto autorizzato e rispondenti in tutto alle caratteristiche stabilite dalle Norme di accettazione emesse dal C.N.R.

B.1) Inerti di natura basaltica (c.fr.-CNR Comitato Studi Materiali Stradali fascicolo n.4) Caratteristiche del materiale di natura Basaltica

Coefficiente qualità Deval	minimo	12
Coefficiente I.S.S.	minimo	4
Perdita di decantazione	massimo	1
Resistenza all'usura	massimo	0,8

Perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 20% (norme B.U. CNR n. 34 del 28.03.1973);

Coefficiente di levigatezza accelerata: C.L.A. > 0.42.

I pietrischetti e le graniglie, qualunque sia la loro pezzatura, dovranno essere di configurazione poliedrica, ed inoltre essere scevri da polvere, terra, detriti e materiali eterogenei e pertanto è obbligatorio il lavaggio con acqua in quantità abbondante effettuata durante la produzione.

Il lavaggio dei materiali dovrà essere effettuato fino ad ottenere un materiale che a seguito di decantazione in acqua non perda più dell'1 % del proprio peso. Si precisa a tale proposito che per l'accettazione del materiale è in facoltà della D.L. pretendere tale prova.

Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: 4-8, 5-10, 10-15 ma a discrezione della D.L. potranno essere impiegate altre classi granulometriche quali 3-6, 6-10, 8-12, 10-14, 12-18.

Le granulometrie si riferiscono a setacci (maglie quadrate). Le percentuali delle code di pezzatura (parti maggiori di D e minori di d) dovranno essere in totale inferiori al 10%.

La percentuale in peso rispetto al totale degli elementi inferiori a 0,5 mm. dovrà essere inferiore allo 0,5% mentre la stessa percentuale degli elementi inferiori a 5 microns dovrà essere minore dello 0,05%.

L'inerte per avere forma idonea dovrà avere un coefficiente di forma $Ca > 1,58$ (il coefficiente di forma è definito come rapporto tra la larghezza D e lo spessore S). L'indice di appiattimento (percentuale in massa di elementi di forma non idonea) misurato secondo la norma CNR-BU n. 95 (31.1.1984) dovrà essere inferiore o uguale al 10% sul totale.

Si riportano qui di seguito a titolo di orientamento i fusi granulometrici indicativi degli inerti:

SETACCI ASTM	CRIVELLI UNI	FUSO 3/6 MM	FUSO 4/8 MM	FUSO 6/10 MM
1				
3/4"	25			100
1/2"	20			97.00-100.00
3/8"	15		100	78.00-94.00
1/4"	10	100	88.00-100.00	47.00-67.00
N. 4	5	92.00-100.0	26.00-55.00	12.00-32.00
N. 10		75.00-90.00	16.00-25.00	0.00-8.00
N. 40		2.00-15.00	0.00-11.00	0.00-6.00
N. 80		0.00	0.00	0.00
N. 200				
PASSANTE				

Tabella n. 1

SETACCI ASTM	CRIVELLI UNI	FUSO 10/14 MM	FUSO 8/12 MM	FUSO 12/18 MM
1				
3/4"	25	100	100	100
1/2"	20	70.00-90.00	98.50-100.00	71.00-100
3/8"	15	40.00-80.00	97.00-100.00	40.00-80.00
1/4"	10	2.00-16.00	78.00-94.00	2.00-16.00
N. 4	5	1.00-10.00	46.00-64.00	0.00-10.00
N. 10		0.00-4.00	12.00-34.00	0.00-400

N. 40	0.00	0.00-8.00	0.00
N. 80	0.00	0.00	0.00
N. 200			
PASSANTE			

Tabella n. 2

SETACCI ASTM	CRIVELLI UNI	FUSO 10-15 MM	FUSO 5/10 MM
1			
3/4"	40	100.00	100.0
1/2"	30	100.00	100.0
3/8"	25	100.00	100.0
"	15	50.00-85.00	100.0
"	10	2.00-20.00	70.00-95.00
"	5	000.0	6.00-27.00
2			0.00-9.00
0,4			0.00
0,18			
0,075			

Tabella n. 3

C) Legante

C.1) Emulsione bituminosa "tradizionale"

Nel caso specifico si ricorrerà ad emulsione bituminosa cationica (acida) al 65% di bitume.

L'accettazione del legante richiesto è subordinata alla presentazione di un certificato di analisi rilasciato da un Istituto o Laboratorio designato dalla D.L. che comprovi le caratteristiche di cui allo specchio riportato in seguito. La D.L. si riserva la facoltà di effettuare comunque, in corso d'opera ulteriori prelievi di legante per successivi controlli analitici.

L'approvazione dei risultati positivi analitici non ridurrà comunque la responsabilità dell'impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei trattamenti in opera.

Le emulsioni bituminose dovranno soddisfare ai requisiti riportati nella corrispondente sottostante tabella:

EMULSIONI BITUMINOSE CATIONICHE		ROTTURA RAPIDA		MEDIA VELOCITA'		ROTTURA LENTA	
PROVE DI ACCETTAZIONE	METODI DI PROVA	ECR 55	ECR 65	ECM 60	ECM 65	ECL 55	ECL 60
composizione :							
a) contenuto d'acqua, % peso	CNR fasc. 3 art 19	Max 45	max 35	max 40	max 35	max 45	max 40
b) contenuto di legante (bitume + flussante)% peso	100-a)	Min 55	min. 65	min 60	min 65	min 55	min 60
c) contenuto di bitume (residuo della distillazione), % peso	ASTM D 244-72	Min. 53	min 62	min 54	min 55	min 55	min 60
d) contenuto di flussante, % peso	b) - c)	Max 2	max 3	max 6	max 10	0	0
Caratteristiche:							

e) velocità di rottura:	ASTM D	>40	>40	--	--	--	--
demulsività, % peso	244-72						
adesione %	ICPC	>90	>90	--	--	--	--
rivestimento aggregati acidi	ASTM D						
o basici	244-72						
asciutti %	-72			>80	>80		
- umidi %	--	--	--	>60	>60	--	--
impasto con cemento o con	ASTM D	--	--	--	--	max2	max 2
polvere silicea (3) g	244-72/ SFERB-76						
f) trattenuto al setaccio	ASTM D	Max0,2	max0,2	max0,2	max0,2	max0,2	max0,2
ASTM n.20 % peso	244-72						
g) sedimentazione a 5 giorni	ASTM D	Max 10	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
(4), % peso	244-72						
h) viscosità Engler a 20°C 'E	IP 212-66	3-10	8-25	5-12	7-15	3-10	5-12
i) carica delle particelle (6)	ASTM D 2	Positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
Caratteristiche del bitume	244-72						
estratto (residuo della							
distillazione)							
l) penetrazione a 25C, dmm	CNR B.U. 24	Max220	max220	max220	max220	max220	max220
m) punto di rammollimento	CNR BU	Min 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35
P.A., 'C	35						

C.2) *Legante in bitume modificato*

Per bitumi modificati si intendono quei leganti flussati (bitume puro + olii di catrame) contenenti polimeri di sintesi elastomerici di tipo SBS-R (stirene-butadiene-stirene a struttura radiale) o polimeri SBS; detti leganti saranno utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF).

Nel caso specifico sarà fatto impiego di emulsione bituminosa cationica (acida) al 70% di bitume modificato con elastomeri SBS-R.

Le caratteristiche del legante modificato ed i requisiti di accettazione sono specificate nell'allegata tabella:

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO (SBS) AL 70 % CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE

	Metodi di prova	
a - Contenuto di acqua	CNR 101/84	30%
b - Contenuto di legante	1 00-a	70%
c - Contenuto di bitume	CNR 100/84	min 67%
d - Contenuto di flussante	CNR 100/84	max 3%
e - Demulsività	ASTM D244	50-100%
f - Omogeneità	ASTM D244	max 0,2%
g - Sedimentazione a 5 gg		max 5%
h - Viscosità Engler a 20° C	CNR 102/4	min 20°E
i - Carica particelle	ASTM D244	positiva

CARATTERISTICHE DEL BITUME ESTRATTO

(residuo della distillazione CNR 100/84 ASTM D244-72)

I - Penetrazione a 25' C 100gr/5".	CNR 24/71	dmm. 55/65
M - Punto di rammollimento (P.A.)	CNR 35/73	°C 65°/75
n - Viscosità dinamica 60' C 1/s	671772a	Pa s 600/1000
o - Punto di rottura FRAAS	CNR 43/72	-21/-16°C

L'adesione legante-inerte verrà valutata con il metodo della piastra Vialit (L.C.P.C. 1973). Questo metodo dà delle indicazioni per ogni condizione dell'inerte (sporco, pulito, bagnato, asciutto); è preferibile operare con inerti puliti (lavati) e asciutti.

D) Formulazione dei trattamenti superficiali

- Monostrato monogranigliatura (monostrato di legante e graniglia)

- Bistrato doppia granigliatura (due strati di legante e graniglia alternati). I dosaggi medi per la formulazione che possono essere lievemente modificati in fase operativa sono :

- 1) Monostrato monogranigliatura
Mano di legante **1,6 - 1,8 kg/m²**
Mano inerti Pezzatura 10/15 = **10-12 litri/m²**
- 2) Bistrato, doppia granigliatura
1° mano di legante **1,6 - 1,8 kg/m²**
1° mano inerti Pezzatura 10/15 = 12 litri/m²
2° mano di legante **1,4 - 1,5 kg/m²**
2° mano inerti Pezzatura 4/8 = **8-10 litri/m²**

E) Messa in opera

La D.L. potrà optare, in base alla tipologia di strada da pavimentare tra le due soluzioni realizzative di seguito riportate.

E.1) Sistema tradizionale

Per l'esecuzione dei trattamenti superficiali, l'attrezzatura essenziale di cantiere è costituita dai mezzi meccanici elencati di seguito:

– *motospazzatrice*

deve essere di tipo semovente e dovranno essere garantite la rotazione e la perfetta funzionalità delle spazzole (non metalliche);

– *cisterna spruzzatrice*

deve essere di tipo semovente con dispositivo di riscaldamento e munita di pompa per l'alimentazione della rampa di spruzzaggio del legante. Quest'ultima deve assicurare l'uniforme distribuzione del legante sulla superficie stradale secondo la quantità prestabilita con controllo elettronico del dosaggio;

– *spandigraniglia*

è costituito nel più semplice dei casi, da un sistema di ripartizione a pettine montato sulla terminale posteriore del cassone a ribaltamento idraulico di un autocarro. Lo spandi graniglia può essere anche rimorchiato con altezza dei pettini tale da risultare molto vicini a terra (Max 30 cm.). In ogni caso la granigliatrice deve essere in grado di assicurare la distribuzione degli aggregati in maniera uniforme e continua secondo le quantità di pietrischetto o graniglie prestabilire;

– *rulli*

i rulli devono essere vibranti da 6-8.000 Kg. A cilindro metallico rivestito di gomma oppure di tipo gommato.

Tutte le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti con caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

La zona da trattare dovrà avere la pavimentazione che non presenti evidenti tracce di polvere, terra o detriti in genere tali da compromettere l'aggrappo del legante, pertanto la D.L. si riserva la facoltà di far effettuare una pulizia preventiva nel caso che la superficie da trattare non si presenti sufficientemente pulita.

La stesa del legante con spruzzatrice avverrà ad una temperatura compresa tra 60° e 80°C. La temperatura della superficie della pavimentazione non dovrà essere inferiore a + 10°C.

La temperatura dell'aria non deve essere inferiore a + 15°C e la stesa deve essere interrotta in caso di pioggia o di superficie bagnata.

La larghezza della striscia dovrà essere compatibile con la larghezza copribile con un passaggio di spandi graniglia il quale dovrà seguire la spruzzatrice ad una distanza massima di 40 metri. Dovrà essere controllata la ripartizione del legante trasversalmente alla strada, effettuata dalla spruzzatrice. Le zone laterali che eventualmente avessero un ricoprimento insufficiente dovranno essere di nuovo ricoperte nella seconda strisciata della prima mano di legante (tranne che nei bordi esterni del trattamento).

I giunti longitudinali non dovranno finire nelle zone della carreggiata più battute dalle ruote dei veicoli.

La spruzzatrice dovrà assicurare l'uniformità di dosaggio anche all'inizio; delle zone da trattare; per questo motivo l'apertura degli ugelli dovrà essere effettuata mentre essa è già in movimento alla sua velocità normale. Nella spruzzatura della seconda mano di legante per il trattamento bistrato non si devono avere sovrapposizioni dei giunti longitudinali di spruzzatura. I granulati di rigetto dal bordo della prima banda di spruzzatura dovranno essere eliminati prima della spruzzatura della banda adiacente.

Seguirà la stesa degli inerti mediante spandigraniglia. Successivamente si effettuerà una rullatura con rullo gommato descritto in precedenza e con una velocità di rullatura di 8-10 Km/h.

Il rullo deve seguire da vicino lo spandigraniglia, sia nel caso del bistrato che in quelli del monostrato, il numero dei passaggi su ogni punto coperto da inerti della prima granigliatura deve essere di 3.

Nel caso di doppi strati il secondo strato di inerti verrà rullato con lo stesso tipo di rullo almeno per 5 volte nello stesso punto. Le fasi di 'rullatura' dovranno essere molto rapide nel caso del monostrato a monogranigliatura, maggior lentezza ci potrà essere nel caso del bistrato, nel quale occorre ripetere, dopo la prima rullatura, lo spandimento di legante. In ogni caso il lavoro dovrà essere fatto in modo che al termine della giornata lavorativa sulla superficie sia stato fatto anche il secondo strato di inerti.

Nel caso di cantieri a grande rendimento (superiori a 10.000 m² al giorno) è indispensabile la presenza di due compattatori. Eseguita la rullatura delle seconde granigliature occorre eliminare gli inerti di rigetto mediante una spazzatrice aspirante con sponde di plastica dosando in maniera opportuna la sua potenza. Questo lavoro dovrà essere eseguito circa due ore e non oltre le tre ore dal termine delle operazioni di rullatura.

L'apertura al traffico che è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento seguirà dopo questa operazione segnalando per almeno 24 ore una limitazione di velocità a 30 Km/h. A seconda delle condizioni riscontrate dopo questo primo giorno di traffico la D.L. si riserva la facoltà di far passare la spazzatrice per eliminare ulteriore rigetto di inerte.

Un controllo sui dosaggi dei materiali, oltre che in corso d'opera, potrà essere effettuato sulle quantità totali consumate (peso del legante, volume degli inerti) ogni mezza giornata od ogni 10.000 m² che non dovranno essere inferiori del 2% di quelle calcolate mediante le formulazioni ed i dosaggi medi indicati in precedenza.

La superficie trattata dovrà in ogni caso risultare il più possibile uniforme e regolare in tutte le direzioni.

E.2) Sistema con convoglio semiautomatico

Il trattamento superficiale (monostrato) dovrà essere realizzato, previa accennata pulizia del fondo stradale, mediante motoscope o, dove necessario, mediante potente idropulitrice.

Il monostrato sarà realizzato con emulsione prodotte da bitumi modificati e graniglia di natura basaltica, mediante apposite macchine stenditrici (spruzzatrice automatica a controllo computerizzato per l'esatto dosaggio ed applicazione del legante e della graniglia).

La variazione della lama spruzzatrice e del distributore della graniglia sarà azionato idraulicamente e controllato in continuo dalla centralina di controllo posta nella cabina di guida. La lama spruzzatrice nonché il distributore di graniglia dovranno poter essere allargabili idraulicamente da una larghezza minima di 0,30 m. ad una massima di 4,50m.

L'emulsione verrà mantenuta a temperatura costante mediante apposito sistema elettronico con tolleranze massime di 5° C.

La macchina dovrà prevedere una tramoggia per la griglia dotata di deumidificazione della stessa.

Il sistema computerizzato di bordo terrà sotto controllo il quantitativo di graniglia posto in opera , in modo da eliminare l'eccessiva risulta del materiale.

Il lavoro avverrà secondo le seguenti modalità:

- accurata pulizia preliminare del piano viabile da trattare secondo quanto riportato in precedenza;
- utilizzo di macchine stenditrice/spruzzatrice costituite da unico convoglio;
- stesa in contemporanea di emulsione e graniglia nel quantitativo definito dalla D.L. e memorizzato sul computer di bordo ;
- controllo della sovrapposizione effettuato con sistema video collocato nella cabina di guida;
- utilizzo di emulsione di bitume modificato al 70% di legante in misura variabile da **1,6** a 1,8 kg/mq in ragione della pezzatura di graniglia basaltica impiegata;
- il caricamento della graniglia avverrà direttamente dall'autocarro di alimentazione tramite nastro caricatore incorporato nella macchina stenditrice/spruzzatrice;
- la graniglia dovrà essere di natura basaltica e pezzature 4/8, 5/10 o altre determinate dalla D.L. Questa dovrà essere stesa in ragione di 10/12 lt/mq;
- a stesa avvenuta , seguirà rullatura con rullo gommato da 6/8 ton ;
- terminate le precedenti operazioni, si procederà ad una accurata pulizia superficiale con spazzatrice per asportare l'eventuale eccesso di graniglia.

I lavori dovranno essere effettuati a temperature ambientali non inferiori a 10°C ed in assenza di forte umidità e di pioggia.

F) Prove e controlli a lavori ultimati

- *Aderenza*

Nei tappeti dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessiture granulometriche idonei in rapporto a:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale ;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità.

Il coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T) misurato con l'apparecchiatura SCRIM deve risultare non inferiore ai seguenti valori elencati:

conglomerati bituminosi CAT ≥ 65

La relazione tra il valore CAT qui prescritto (CAT aut) e quello definito dalla Norma CNR (CAT CNR) è:

$$\text{CAT aut} = \text{CAT CNR} \times 100$$

Inoltre la tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.u.n.94 del 15.10.1983) dovrà avere i seguenti requisiti:

per conglomerati bituminosi HS $\geq 0,6$

Le misure di CAT e di HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15' e il 90' giorno dell'apertura al traffico.

Le misure potranno essere effettuate anche dopo il 90' giorno e la valutazione verrà effettuata considerando il decadimento specifico della miscela in opera.

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

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m qualora tra il valore massimo del C.A.T. rilevato nel tratto ed il valore minimo non ci sia una differenza superiore a 10.

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

ART. 104.3

CONGLOMERATO BITUMINOSO "SPECIALE" PER MANTI DI USURA COLORATI

A) Descrizione

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie additivi (secondo le definizioni riportate all'art. 1 delle "norme per l'accettazione dei pietrischetti, pietrischi, graniglie, sabbie, additivi per costruzioni stradali" CNR - fascicolo IV/1953), mescolati con bitume trasparente additivato con pigmenti a seconda delle colorazioni richiesta dalla D.L. e verrà steso in opera a mezzo di macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e/o lisci.

B) Materiali inerti

Il prelevamento dei campioni di materiali inerti per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme CNR cap. II del fasc. IV 1953.

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

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguite sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T96 inferiore al 40 %.
- coefficiente di frantumazione secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 140
- indice dei vuoti delle singole pezzature secondo CNR fasc. IV/1953 inferiore a 0,80
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR fasc. IV/1953 . inferiore a 0,015

- idrofilia, secondo CNR fascicolo IV/1 953 o secondo lo "Static Immersion Test" del British Standard Institute (B.S.I.) con limitazione di perdita di peso allo 0,5%.

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

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione, che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia determinato secondo la prova AASHO T 176 compreso tra 50 e 80.

Gli additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituite da cemento, calce idraulica, calce idrata, polveri da asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova ASTM D 546 - AASHO T 37 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

Setaccio ASTM		Passante in peso a secco
" "	n. 30	100%
" "	n. 100	90%
" "	n. 200	65%

- la quantità di additivo passante per via umida al setaccio n 200 dovrà essere compresa tra il 100 ed il 200 % della quantità passante a tale setaccio per via secca ;

- inoltre dovranno essere tali che : l'equivalente in sabbia della frazione di aggregato passante al crivello UNI da 5 mm. subisca un abbassamento compreso tra un minimo di 30 ad un massimo di 50 punti, in corrispondenza ad un contenuto dell'additivo in esame variante dal 4 al 10% in peso, calcolato sul totale della miscela in aggregato.

C) Legante

Il bitume dovrà essere di tipo trasparente e pigmentabile, di penetrazione 60/80 salvo diverso avviso della Direzione Lavori.

Esso dovrà avere i seguenti requisiti prescritti dalle 'Norme per l'accettazione dei bitumi' del CNR fasc.II/1951; inoltre dovrà avere un indice di penetrazione calcolato con la formula riportata, compreso tra - 0,7 e +0,7.

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u + 300v}{u + 30v}$$

dove $u = 0,60206$ (temperature di rammollimento alla prova "palla anello" in C. temperatura di 25' C alla quale si effettua la prova di penetrazione); dove $v = \log.800 - \log.(\text{penetrazione bitume in dmm.})$.

Le principali, ulteriori, caratteristiche del bitume saranno le seguenti:

Caratteristiche	Unità...	Valore	Metodo
aspetto	--	Trasparente giallo miele	---
punto rammollimento	°C	64	ASTM D - 36
peso specifico 25°C		0,956	ASTM D - 70
viscosità a 135°C	mm ² /sec	455	ASTM D-3236
rottura Fraass	°C	- 8	DIN 1995
Perdita di peso dopo RFFO	Peso%	0.16	ASTM D-2872

D) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica per la quale, a titolo di orientamento, si indica la formula seguente:

Serie crivelli e setacci UNI		Passante totale in peso %
Crivello	15 (1/2')	100
Crivello	10 (3/8)	70 - 100
Crivello	5 (NR 4 SERIE ASTM)	45 - 75
Setaccio	2 (NR 2 SERIE ASTM)	30 - 55
Setaccio	0,4 (NR 40 SERIE ASTM)	12 - 30
Setaccio	0,18 (NR80 SERIE ASTM)	7 - 20
Setaccio	0,075 (NR200 SERIE ASTM)	5 - 10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5% ed il 7% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'8%, il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza citati nei paragrafi seguenti.

E) Pigmentazione

Questo particolare tipo di pavimentazione stradale può essere realizzato secondo due distinte opzioni, indicate dalla D.L.,

E.1. Pavimentazione realizzate con bitume trasparente senza introduzione di pigmentazione.

Nel caso in esame la pavimentazione realizzata assumerà il colore naturale degli aggregati naturali impiegati.

In tale circostanza particolare rilevanza risiede nella scelta appropriata del tipo e della costanza ed omogeneità di caratteristiche colorimetriche dell'aggregato introdotto.

Sarà cura della D.L. in fase preventiva alla stesa del conglomerato accettare l'aggregato da impiegarsi, come pure nella fase di messa in opera dello stesso controllare la consistenza delle caratteristiche dello stesso.

E.2. Pavimentazione realizzata con bitume trasparente con introduzione di pigmentazione.

Alla miscela tipo, riportate in precedenza, verrà aggiunta una percentuale di pigmento (vedere tabella) atto a conferire la colorazione desiderata alla pavimentazione.

In tale tipo di trattamento occorrerà verificare la stabilità cromatica. In particolare dovrà verificarsi :

Colore Gardner	10	ASTM D-1544
(10% soluzione in xylene)		
Colore Gardner	11.5	ASTM D-1544
dopo RFTO		
(10% soluzione in xylene)		

Per quanto attiene all'impiego di pigmenti si riporta a titolo indicativo la seguente tabella:

Colore	Bianco	Giallo	Rosso	Verde
Pigmento	%peso miscela	%peso miscela	%peso miscela	%peso miscela
Biossido Titanio	1,0 (*)	0,3	--	0,3

Ossido di ferro	--	0,7	1,0	--
Ossido di cromo	--	--	--	0,7

(*)Porre massima attenzione alla selezione degli inerti con colore naturale, in armonia con il colore finale desiderato.

F) Controllo dei requisiti di accettazione

L'impresa, oltre a quanto previsto all'art. 101 ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali su campioni di aggregato, di legante e di pigmento, per la relativa accettazione, anche in relazione all'ottenimento del livello cromatico desiderato.

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

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

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

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

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

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

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) elevatissima resistenza meccanica e cioè capacità a sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse; il valore della stabilità Marshall eseguita a 60' C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare in tutti i casi, di almeno 800 Kg e non superiore a 1300.Kg e scorrimento compreso fra 2 e 5 mm ; inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm. dovrà essere in ogni caso superiore a 250.

Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra il 3 - 6 %.

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie, tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza; il volume dei vuoti residui a cilindratura finita dovrà essere compreso tra il 4-8 %, nel calcolo di tali percentuali si dovrà far uso del peso specifico dei grani di tutta la miscela degli inerti ;

e) impermeabilità praticamente totale: il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall di controllo, in permeametro a carico costante di 50 cm. d'acqua, non dovrà risultare superiore a 10^{-6} cm./sec.

f) valore di colore Gardner (10% soluzione xylene) pari a 10 (ASTM - D1544)

G) Formazione e confezione degli impasti:

Gli impasti saranno eseguiti a mezzo impianti fissi ed approvati dalla D.L. in particolare essi dovranno, essere di potenzialità adeguata e capaci di assicurare il perfetto essiccamento, la separazione della polvere ed il riscaldamento uniforme della miscela di aggregati, la classificazione dei singoli aggregati mediante vagliatura ed il controllo della granulometria; la perfetta dosatura degli aggregati e pigmenti mediante idonea apparecchiatura che consenta il dosaggio delle categorie di aggregati già vagliati prima dell'invio al mescolatore; il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità fino al momento dell'impasto ed il perfetto dosaggio del bitume; dell'additivo e dei pigmenti.

Nel caso in cui si, impieghi bitume trasparente a penetrazione 60 - 80, la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 145° C e 180° C mentre quella del legante dovrà essere compresa tra 145 e 165° C. La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 150° C.

Nel caso in cui si impieghi bitume trasparente di penetrazione 80-100 la temperatura degli aggregati all'atto del mescolamento dovrà essere compresa tra 150 e 170° C e quella del legante tra 140-160° C. La temperatura del conglomerato all'uscita del mescolatore non dovrà essere inferiore a 140° C.

A discrezione della D.L. dovranno essere frequentemente controllate le qualità e le caratteristiche del bitume, le temperature degli aggregati e del bitume. A tal fine gli essiccatori, le caldaie e tramogge degli impianti saranno munite di termometri fissi.

H) Posa in opera degli impasti

Si procederà ad un'accurata pulizia della superficie da rivestire, mediante energico lavaggio e ventilazione ed alla stesa sulla superficie stessa di un velo continuo di ancoraggio con emulsione di bitume albino in ragione di 0,5 Kg/mq.

A lavoro ultimato la carreggiata dovrà risultare perfettamente sagomata con i profili e le pendenze prescritte dalla D.L..

L'applicazione dei conglomerati bituminosi speciali verrà fatta a mezzo di macchine spanditrici - finitrici, di tipo approvato dalla D.L. in perfetto stato d'uso.

Le macchine per la stesa dei conglomerati, analogamente a quelle per la confezione dei conglomerati stessi, dovranno possedere caratteristiche di precisione di lavoro tale che il controllo umano sia ridotto al minimo.

La stesa dei conglomerati non andrà effettuata quando le condizioni meteorologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro ed in particolare quando il piano di posa si presenti comunque bagnato e la temperatura dello strato di posa del conglomerato, misurata in un foro di circa 2-3 cm. di profondità e di diametro corrispondente a quello del termometro, sia inferiore a 5° C.

Se la temperatura dello strato di posa è compresa tra 5-10° C si dovranno adottare previa autorizzazione della D.L. degli accorgimenti che consentano ugualmente la compattazione dello strato messo in opera e l'aderenza con quello inferiore (innalzamento temperatura di confezionamento e trasporto con autocarri coperti).

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

Nella stesa, qualora la dimensione della sezione lo consenta, si dovrà porre grande attenzione alla formazione del giunto longitudinale e quando il bordo di una striscia sia stato danneggiato il giunto dovrà essere tagliato in modo da presentare una superficie liscia finita.

In corrispondenza dei giunti di ripresa di lavoro e dei giunti longitudinali tra due strisce adiacenti, si procederà alla spalmatura con legante bituminoso albino allo scopo di assicurare impermeabilità ed adesioni alle superfici di contatto.

La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm.

La superficie dovrà presentarsi priva di ondulazioni, un'asta rettilinea lunga 4 ml. posta sulle superficie pavimentata dovrà aderirvi con uniformità.

Solo su qualche punto sarà tollerato uno scostamento non superiore a 4mm.

Il manto di usura e lo strato di collegamento saranno compressi con rulli meccanici a rapida inversione di marcia del peso di 6-8 tonn.

La rullatura comincerà ad essere condotta alla più alta temperatura possibile, iniziando il primo passaggio con le ruote motrici e proseguendo in modo che un passaggio si sovrapponga parzialmente all'altro; si procederà pure con passaggi in diagonale.

Il costipamento sarà ultimato con rullo statico da 12 - 14 tonn. e con rulli gommati del peso di 10-13 tonn.

1) Prove e controlli a Lavori ultimati

- **Aderenza**

Nei tappeti dovranno essere realizzati valori di aderenza e tessiture granulometriche idonei in rapporto a:

- i tipi di materiale usati per l'esecuzione dello strato superficiale;
- le condizioni planoaltimetriche del tracciato in ogni suo punto;
- il tipo di traffico prevalente e la sua intensità

Il coefficiente di aderenza trasversale (C.A.T.) misurato con l'apparecchiatura SCRIM deve risultare non inferiore ai seguenti valori elencati:
conglomerati bituminosi $CAT \geq 60$

La relazione tra il valore CAT qui prescritto (CAT aut) e quello definito dalla norma CNR (CAT CNR) è $CAT_{aut} = CAT_{CNR} \times 100$.

Inoltre la tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.U. n. 94 del 15.10.83) dovrà avere seguenti requisiti' per conglomerati bituminosi $H S \geq 0,4$

Le misure CAT e HS dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° e il 90° giorno dell'apertura al traffico.

Le misure potranno essere effettuate anche dopo il 90° giorno e la valutazione verrà effettuata considerando il decadimento specifico della miscela in opera.

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

Rispetto alle misure effettuate è possibile definire delle tratte omogenee con lunghezza di almeno 200 m qualora tra il valore massimo del C.A.T. rilevato nel tratto ed il valore minimo non ci sia una differenza superiore a 10.

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

ART. 104.4 **CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI USURA TIPO SPLITTMASTIX**

a) Descrizione

Il manto di usura sarà realizzato con un conglomerato bituminoso caratterizzato dalla presenza di una elevata quantità di graniglia e da un "mastice" costituito da bitume + filler + fibre stabilizzanti (splitt-mastix asphalt) di spessore, dopo costipamento, di cm 3,5 / 4 .

Lo Splitt-mastix è una pavimentazione di origine tedesca applicata in tutto il mondo e da diversi anni utilizzata anche in Italia, soprattutto a livello Autostradale.

Le particolari caratteristiche granulometriche (e litologiche) degli inerti impiegati unitamente ad un alto contenuto di legante modificato con polimeri consente a questo tipo di pavimentazione di fornire prestazioni di assoluto livello in termini di durabilità, stabilità e resistenza alle deformazioni, rugosità superficiale, fonoassorbenza, azione anti-spray e resistenza all'ormaiamento.

Il conglomerato sarà costituito da una miscela di graniglie, sabbie, additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali" del CNR, fascicolo IV/1953) e fibre, mescolati con bitume a caldo, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli a ruote metalliche lisce.

b) Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme CNR 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. CNR n. 34 (28 marzo 1973).

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

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

Il coefficiente di forma (Cf) ed il coefficiente di allungamento (Ca) dovranno essere inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58. (CNR B.U. n. 95 dei 31.01.1984).

La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (CN R B. U. n. 65 dei 18.05.1978)

La quantità di frantumato dovrà essere del 100%.

La sensibilità al gelo dovrà essere $\leq 15\%$ (CNR B.U. n. 80 dei 15.11.1980)

Lo spogliamento in acqua a 40°C (con eventuale impiego di "dope" d'adesione) dovrà risultare dello 0% (CNR B. U. n. 138 dei 15.10.1992).

Il coefficiente di levigatezza accelerata (C.L.A.) deve essere maggiore od uguale a 0,45 (CNR B.U. n.140 dei 15.10.1992)

La perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (CNR B.U. n. 34 dei 28.3.1973) deve essere inferiore od uguale al 18%.

Il coefficiente di imbibizione, secondo la norma CNR fasc. IV/1 953 deve essere inferiore a 0,015

L'aggregato fino deve essere costituito da sabbie di frantumazione.

La somma dei trattenuti in peso delle sabbie impiegate, superiore a 2 mm, non dovrà superare nella curva granulometrica finale il 5% in peso quando le stesse sabbie provengano da rocce aventi un valore di CLA inferiore od uguale a 0,43 ed una "Los Angeles" superiore al 20%.

L' equivalente in sabbia sulla miscela delle sabbie o sulla singola sabbia secondo la prova (CNR B.U.n° 27 dei 30.3.1972) deve essere superiore od uguale a 80.

c) Additivi

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

- passante in peso per via umida al setaccio ASTM n. 40 100%
- passante in peso per via umida al setaccio ASTM n. 80 90%
- passante in peso per via umida al setaccio ASTM n. 200 80%.

Della quantità' di additivo minerale passante per via umida al setaccio 0,075 più' dei 50% deve passare allo stesso setaccio anche a secco.

Il potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5 dovrà essere $\geq 5^{\circ}\text{C}$.

L'indice di plasticità "NP" (non plastico CNR UNI 10014).

Almeno il 2% in peso (riferito alla miscela degli aggregati) del filler sarà sempre e comunque costituito da calce idrata.

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

d) Legante

Il legante dovrà essere costituito da bitume modificato con SBS (Styrene-Butadiene-Styrene) di tipo hard (percentuale di polimero SBS non inferiore al 5,5%) e rispondere ai seguenti requisiti:

- Penetrazione a 25°C 100gr/5" (CNR 24/71) 50-70 dmm
- Punto di rammollimento (P.A.) (CNR35/73) $> 80^{\circ}\text{C}$
- Punto di rottura (Frass) massimo -18°C
- Viscosità dinamica a 60 °C 1500 -3000 Pa.s
- Viscosità dinamica a 160 °C 0.5-0.8 Pa.s
- Ritorno elastico a 25 °C (DIN 52013) $> 80\%$
- Penetrazione a 25 °C dopo RTFOT 35-50 dmm
- Viscosità dinamica a 60 °C dopo RTFOT $< 4000 \text{ Pa.s}$

e) Fibre Minerali

Mediante idonee apparecchiature la miscela degli inerti deve essere additivata con fibre minerali stabilizzanti costituite da microfibre di cellulosa, di vetro, acriliche, ecc. aventi le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

- lunghezza media 200-300 micron
- diametro medio 5-6 micron
- superficie specifica 3000 cmq/g

- resistenza alla trazione 1-2 GPa
- allungamento massimo 1,5-2,5%
- tasso di infeltrimento 0%
- resistenza alla temperatura 550-650°C

La percentuale di impiego sarà variabile tra lo 0,25% e lo 0,40% rispetto al peso degli aggregati.

f) Mano d'attacco

Nel tappeto di usura del tipo Splitt-mastix (anti-skid) la mano d'attacco ha lo scopo di garantire il perfetto ancoraggio e l'impermeabilizzazione dello strato sottostante (binder).

L'emulsione utilizzata sarà un'emulsione al 70% di bitume modificato con polimeri SBS, spruzzata con apposita spanditrice automatica in ragione di kg 1,2 al metro quadrato.

Alla realizzazione della mano d'attacco dovrà seguire immediatamente la granigliatura di inerte avente pezzatura 4/8 mm in ragione di 5/6 litri al metro quadrato.

L'emulsione per mano d'attacco dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

▪ Contenuto d'acqua (CNR 101/84)	30+/-1%
▪ Contenuto di legante (CNR 100/84)	70+/-1%
▪ Contenuto di bitume (CNR 100/84)	> 69%
▪ Contenuto di flussante (CNR 100/84)	0%
▪ Demulsività (ASTM D244)	50-100
▪ Omogeneità (ASTM D244)	< 0,2%
▪ Sedimentazione a 5 gg	< 5%
▪ Viscosità Engler a 20 °C	> 20°E
▪ PH (grado di acidità)	2 – 4

Il bitume estratto dall'emulsione dovrà avere le seguenti caratteristiche:

▪ Penetrazione a 25°C 100gr/5" (CNR 24/71)	50-70 dmm
▪ Punto di rammollimento (P.A.) (CNR35/73)	>65 °C
▪ Punto di rottura (Frass) massimo	-18 °C

g) Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura tipo splitt-mastix dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

crivelli e setacci U.N.I.	% Passante (in peso)
Crivello 15	100
Crivello 10	50 - 85
Crivello 5	25 - 38
Setaccio 2	18 - 28
Setaccio 0,4	10 - 18
Setaccio 0,18	9 - 13
Setaccio 0,075	7 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5,8% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Non sarà tollerato uno scostamento dalle percentuali sopra indicate pari a $\pm 0,25$.

Tale valore come quello riferito agli aggregati di cui sopra (paragrafo b) dovrà essere soddisfatto dall'esame delle miscele prelevate all'impianto o dalla vibrofinitrice come pure dall'esame delle carote prelevate in situ .

h) Requisiti FISICO-MECCANICI di accettazione del conglomerato bituminoso tipo splitt-mastix

La miscela di conglomerato bituminoso dovrà possedere elevata resistenza meccanica elastoviscoplastica, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli ed elevatissima resistenza a fatica, intesa come capacità di sopportare il numero più alto possibile di ripetizioni di carico senza fessurarsi o disgregarsi, nonché garantire un' elevata rugosità superficiale rispetto alle miscele di tipo tradizionale. La miscela di conglomerato bituminoso per usura (tipo splitt-mastix) dovrà essere verificata mediante confezionamento di provini con SISTEMA VOLUMETRICO con pressa giratoria avente i seguenti parametri :

- Pressione verticale Kpa : 600 ± 3
- Angolo di rotazione : $1,25 \pm 0,02$
- Velocità di rotazione (giri/min) 30
- Diametro provino (mm) 100/150

I provini dovranno essere compattati mediante giratoria sulla base dei seguenti giri di riferimento e dovranno presentare una percentuale di vuoti rientrante nei seguenti intervalli :

- giri 10 (N1) dall'10 % al 15% ;
- giri 120 (N2) dal 3 % al 6%;
- giri 200 (N3) ≥ 2 %

I provini di verifica compattati a giri 120 (N2) dovranno essere testati a trazione indiretta a 25° determinando la resistenza a trazione R_t ed il coefficiente a trazione indiretta CTI che dovranno rientrare nei seguenti intervalli espressi in Mpa :

- R_t $1,00 \div 1,80$
- CTI $80 \div 200$

Su provini in laboratorio ottenuti dalla miscela suddetta compattata con riferimento giri N2 verrà determinato il Modulo di rigidezza dinamico (norma UNI EN 12697-26) al livello e/o livelli di temperatura (tra i tre sotto riportati 10°, 20°, 40°), a discrezione della D.L., che dovrà presentare valori espressi in Mpa non inferiori a quelli di seguito riportati :

- Temp.10° ≥ 5.800
- Temp.20° ≥ 3.600
- Temp.40° ≥ 1.100

Si precisa che tutti i parametri indicati nel presente paragrafo h) devono essere soddisfatti , nessuno escluso, per poter ritenere la miscela di conglomerato bituminoso per strato d'usura tipo splitt-mastix accettabile da parte della Direzione dei Lavori.

La non rispondenza dei requisiti meccanici (R_t ,CTI,Modulo di rigidezza) nonché della percentuale vuoti o percentuale bitume comporta, in prima istanza, un' eventuale ulteriore verifica su quanto riscontrato (a discrezione della Direzione Lavori) con la sospensione dei lavori (se trattasi di verifiche in corso d'opera) e/o l'applicazione delle relative penali come sotto riportate.

PENALITA' REQUISITI MECCANICI

Qualora i parametri relativi alla trazione indiretta a 25° non rispecchiassero gli intervalli prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per R_t da 0,97 a 0,82 detrazione del 10%
- per R_t da 0,82 a 0,75 detrazione del 20%
- per R_t da 0,75 a 0,70 detrazione del 40%

- per $R_t < 0,70$ rifacimento della lavorazione
- per R_t da 2,00 a 2,40 detrazione del 10%
- per $R_t > 2,40$ detrazione del 15%
- per CTI da 76 a 70 detrazione del 10%
- per CTI da 70 a 65 detrazione del 20%
- per CTI da 65 a 60 detrazione del 40%
- per CTI < 60 rifacimento della lavorazione
- per CTI da 200 a 250 detrazione del 10%
- per CTI > 250 detrazione del 15%

Nel caso i parametri relativi al Modulo di rigidità dinamica non rispecchiassero i valori minimi prescritti verranno applicate le seguenti penalizzazioni :

- per Modulo 10° da 5.600 a 5.100 detrazione del 10%
- per Modulo 10° da 5.100 a 4.500 detrazione del 20%
- per Modulo 10° da 4.500 a 4.100 detrazione del 40%
- Per $M_{10^\circ} < 4.100$ rifacimento della lavorazione
- per Modulo 20° da 3.500 a 3.200 detrazione del 10%
- per Modulo 20° da 3.200 a 2.800 detrazione del 20%
- per Modulo 20° da 2.800 a 2.500 detrazione del 40%
- Per $M_{20^\circ} < 2.500$ rifacimento della lavorazione
- per Modulo 40° da 1.000 a 980 detrazione del 10%
- per Modulo 40° da 980 a 850 detrazione del 20%
- per Modulo 40° da 850 a 780 detrazione del 40%
- Per $M_{40^\circ} < 780$ rifacimento della lavorazione

i) Requisiti di accettazione

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

Una volta accettata dalla D.L. la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa deve attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri. Nella curva granulometrica non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di ± 3 ; per il contenuto di sabbia ± 2 (per sabbia si intende il passante al setaccio 2 mm UNI) per il passante al setaccio UNI 0,075 $\pm 1,5$.

Per la percentuale di bitume non deve essere tollerato uno scostamento da quella di progetto di $\pm 0,25$.

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto, dalla vibrofinitrice, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito tenuto conto per queste ultime della quantità teorica dei bitume di ancoraggio.

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

h) Formazione e confezione degli impasti

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri

una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

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

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

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura in base ai quali, sotto le detrazioni del pattuito ribasso e delle ritenute di legge e convenzioni, saranno pagati i lavori principali a corpo e a misura.

Resta inteso che per ogni singolo prezzo, quando non diversamente specificato, sono da osservare tutte le modalità, le prescrizioni, gli oneri e i magisteri previsti nel presente Capitolato Speciale d'appalto.

La temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che 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 effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

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

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

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

i) Posa in opera della miscela

La posa in opera del tappeto tipo splittmastix deve essere effettuata a mezzo di idonee macchine vibrofinitrici approvate dalla D.L. in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non dovrà essere superiore ai 3 – 4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranature, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione. Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Tutti i mezzi di cantiere, compresi quelli adibiti al trasporto del conglomerato, dovranno tassativamente evitare di passare sul giunto longitudinale prima che sia affiancato dalla seconda strisciata. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

I giunti longitudinali devono essere realizzati in maniera che non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

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

La stesa del tappeto tipo splitt-mastix deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita dei lavori. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dello splitt - mastix deve iniziare appena posto in opera dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Si precisa che , salvo i casi ove si operi in tratti stradali soggetti a chiusura al traffico veicolare (attraverso apposita ordinanza di sospensione al traffico) o su precise disposizioni della D.L. , non è ammesso, a fine giornata lavorativa, lasciare dislivelli altimetrici longitudinali e trasversali ma bensì occorre, per ovvie ragioni di sicurezza, completare la stesa del conglomerato bituminoso in modo da mantenere , inalterato a livello altimetrico, il profilo trasversale e longitudinale della strada .

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, tenendo presente che il raccordo va realizzato considerando il rapporto di mt. 1,5 - 2,00 per ogni cm. di spessore con rifinitura della stesa effettuata con l'ausilio di attrezzi manuali tali da consentire la separazione e la successiva rimozione dell'inerte più grosso dalla miscela . Si precisa che detti giunti dovranno risultare, a compattazione avvenuta, tali da presentare sulla linea d'attacco con il piano esistente un dislivello massimo pari a mm. 5 . La sovrapposizione degli strati dovrà essere eseguita in modo che i giunti longitudinali risultino sfalsati di almeno 30 cm.

L'addensamento deve essere realizzato solo con rulli a ruote metalliche di peso minimo 10 tonn e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

La eventuale carenza nella compattazione comporterà una penalizzazione sul prezzo di elenco determinata sulla base dei vuoti residui presenti nelle carote estratte dalla pavimentazione riferiti a quelli di Laboratorio (pressa giratoria) .

Al termine della compattazione dello strato d'usura (tipo splitt-mastix) il volume dei vuoti residui su carote estratte dalla pavimentazione eseguita dovrà essere compreso fra il 3% ed il 7% del volume totale del campione; valori superiori comporteranno penalizzazioni sul prezzo di elenco come di seguito specificato:

Volume dei vuoti residui (%)	Penalizzazione (%)
7.5	3
8.0	5
8.5	10
8.5	15
9.0	25
9.5	30
10.0	40

Volumi dei vuoti residui superiori al 10,0% comporteranno l'immediata rimozione del conglomerato ed il rifacimento dello strato, e di quelli soprastanti qualora già posati, a cura e spese dell'Impresa.

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

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

Qualora si riscontrassero, a lavori ultimati, difformità in merito alla regolarità superficiale , misurata come sopra in più punti e su tratte, ritenute a giudizio della D.L. sufficientemente rappresentative della singola tratta o di tutto l'intervento, rientranti nello spessore dei 4 mm. , verrà applicata una detrazione del 15% sulla relativa voce di elenco prezzi. Tale detrazione dovrà essere commisurata all'estensione delle superfici e/o tratte interessate dalla presenza dei difetti di regolarità (si applica su tutta la larghezza dell'intervento). Si precisa che qualora le misurazioni effettuate dovessero far emergere

scostamenti maggiori di mm. 4 la pavimentazione non verrà accettata e dovrà essere rimossa ed eseguita nuovamente a spese dell'Impresa .

I) Controlli

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali prelevati presso l'impianto di produzione e/o dalla vibrofinitrice all'atto della stesa e sulle carote estratte dalla pavimentazione (vedasi anche quanto già riportato ai paragrafi Precedenti).

La D.L. effettuerà, a sua discrezione, il numero di prelievi che riterrà più opportuno e la scelta dei campioni da inviare ad un Laboratorio Ufficiale, mentre quelli sui parametri di aderenza verranno effettuati sulla base di quanto riportato al successivo paragrafo L) .

L) PROVE E CONTROLLI sui parametri di ADERENZA

Micro e macro rugosità a lavori ultimati

Il manto d'usura ottenuto con la miscela ed i parametri sopra descritti dovrà garantire il raggiungimento dei parametri sotto riportati.

Microrugosità

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, tale parametro sarà verificato mediante utilizzo dello Skid resistance tester BPN (CNR BU 105/1985) che dovrà presentare valori maggiori o uguali a 68.

Macrorugosità

La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia HS (CNR B.u.n.94 del 15.10.83) dovrà avere i seguenti requisiti: $HS \geq 0,6$.

Le suddette verifiche verranno effettuate in un periodo compreso tra il 30° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico a discrezione della D.L. Le suddette verifiche dovranno essere effettuate in misura tale da essere sufficientemente rappresentative del lavoro realizzato e verranno eseguite nei punti indicati a giudizio della D.L.. Qualora risultassero valori di dubbia attendibilità, data la stagione in corso, (in particolare quelli relativi alla micro rugosità) e/o risultassero valori tali da nutrire dubbi sulla qualità dell'inerte utilizzato le suddette verifiche, a giudizio della D.L., potranno essere posticipate anche oltre il periodo sopra indicato (90° giorno dall'apertura al traffico) proprio per verificare l'eventuale decadimento precoce dei parametri sopra richiesti. In questo caso rimarranno sospese le attività contabili.

In ogni caso si dovranno testare un numero di tratti che a giudizio della D.L. siano ritenuti sufficientemente rappresentativi dell'intervento e/o interventi effettuati .

Per le opportune valutazioni sull'analisi delle suddette prove vengono fissati valori soglia di accettabilità dalla D.L. : BPN = 60 ; Hs = 0,40. Qualora dalle verifiche suddette dovessero risultare , ovviamente da dati opportunamente mediati e ritenuti sufficientemente rappresentativi dalla D.L. (sia per singola tratta che per tutto l'intervento globale di pavimentazione stradale), valori inferiori a quelli prescritti sopra riportati, ma comunque al di sopra (o uguali) dei valori di soglia di accettabilità verranno applicate le seguenti detrazioni sulla voce di elenco prezzi riguardante lo strato d'usura posato :

- Per valori BPN da 67 a 64 detrazione del 10% ;
- Per valori BPN da 64 a 60 detrazione del 25% ;
- Per valori HS da 0,59 a 0,50 detrazione del 10% ;
- Per valori HS da 0,49 a 0,40 detrazione del 25% ;

Qualora invece si riscontrassero, dalle verifiche suddette, valori al di sotto di quelli indicati come soglia di accettabilità l'Impresa dovrà procedere all'asportazione dello strato d'usura ed al successivo rifacimento a proprie spese .

ART. 105
MISCELE CON MATERIALI DA RICICLARE

La miscela di materiale da riciclare e inerti freschi aggiunta sarà tale da avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso prescritto per il materiale che si vuol costituire (base, binder, usura) nelle specifiche norme tecniche per il materiale fresco. per valutare il valore di legante, la percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare varrà la procedura seguente. Si determina la percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali freschi e da riciclare)

$$Pt = 0,035 A + 0,045 B + CD + F$$

Essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume
in peso sul conglomerato

A = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2,38 mm)

B = % di aggregato passante al n. 8 e trattenuto al N.
200 (0,074)

C = % di aggregato passante al N. 200

D = 0,15 (per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15)

D = 0,18 (per un passante al n. 200 compreso tra 6 e 10)

D = 0,20 (per un passante al N. 200 < 5)

F = parametro compreso normalmente tra 0,7 e 1, variabile in
funzione dell'assorbimento degli inerti

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

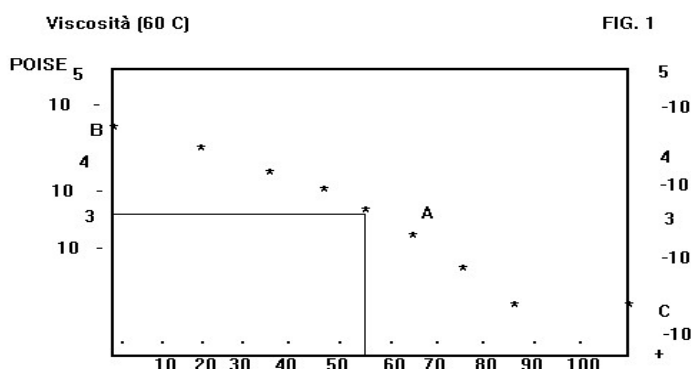
$Pn = Pt - (Pv.Pr)$ in cui:

Pv = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti)

Pr = valore decimale della percentuale di materiale riciclato

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- Viscosità del legante totale a 60 gradi non dovrà superare i 2000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto * (B) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60 gradi) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma di Figura 1



% Legante nuovo rispetto al legante totale (P_n/P_t)

Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di P_n/P_t ed il valore della viscosità di 2000 poise, l'intersezione della retta B A con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, dovrà ricorrere a miscela bitume-rigenerante. Si ricorda che viscosità a 60 gradi di un bitume CNR 80/100 è 2000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma di viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante;

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 7% in peso;

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 14% in peso.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria. La miscela di bitume nuovo e rigenerante nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesioni determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points ed Chaussees".

I risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori di Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il prospetto delle miscele potranno essere stabiliti dalla Direzione Lavori utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (Norma CNR).

Il parametro J1 dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato) mentre per lo Jp a 40 gradi C viene fissato il limite superiore di 20×10^{-6} cmq/da N.s.

Per il controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le richieste dei conglomerati tradizionali Art. 99 E) per lo strato di base e Art. 100 F) per lo strato di collegamento.

Formazione e confezione degli impasti

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi automatizzati del tipo a tamburo essiccatore-mescolatore, con dispositivo di riscaldamento tale da contenere al minimo i danni al bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature e (quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera delle miscele. la temperatura rilevata all'uscita del tamburo dovrà essere inferiore a 140 gradi.

L'umidità residua, all'uscita dell'essiccatore mescolatore, del conglomerato riciclato non dovrà superare lo 0,5%.

L'impianto dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assorbimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile ad ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo computerizzato dei dosaggi (compreso quello delegante).

L'impianto dovrà essere dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, etc.

Posa in opera degli impasti

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali Art. 99 G) e Art. 100 G).

ART. 106 SEGNALETICA ORIZZONTALE

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali trasversali ed altri segni rispondenti alle disposizioni di cui all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada (D.Lgs. 285/1992), ed alle caratteristiche di colore, forma e dimensione di cui al Titolo II, Capo II, Paragrafo 4 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzata traccia linee a spruzzo semovente alla temperatura dell'aria compresa tra +10° e +40°. I bordi delle strisce, linee arresto, zebraure scritte, ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta. Le strisce orizzontali dovranno risultare perfettamente allineate con l'asse della strada.

La vernice dovrà corrispondere in linea generale ai registri espressi nella norma UNI 1436 maggio 1998.

La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essicamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

a) Condizioni di stabilità

Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo o similare.

Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica non inferiore al 15% ; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccanti contenuti nella vernice.

La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna.

La vernice non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose.

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1.2 e 1.5 mq/kg (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a kg 1.50 per litro a 25 °C (ASTM D 1473).

b) Caratteristiche delle sfere di vetro

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno avere forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1.90 usando per la determinazione del metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5-5.3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 33 ed il 40%. Mentre per la vernice postspruzzata tale percentuale sarà inferiore al 15% premiscelata poi le perline saranno spruzzate in ragione di 60g/mq.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

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

c) Idoneità di applicazione

La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

d) Quantità di vernice da impiegare e tempo di essiccamento

La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a 0.100 kg/ml di striscia larga centimetri 15 e di 1.00 kg/mq per superfici variabili da 1.3 a 1.4 mq.

In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15 e 40 °C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30 minuti dall'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

e) Viscosità

La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza, misurata allo stornmer viscosimeter a 25 °C espressa in umidità Krebs sarà compresa tra 70 e 50 (A.S.T.M.D 562).

f) Colore

La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. bianco RAL 9016, giallo RAL 1007 del Registro Colori 840. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcuno elemento colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla Stazione Appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

g) Residuo

Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

h) Contenuto di pigmento

Il contenuto di biossido di titanio rutilo (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 15% in peso e quello cromato di piombo o sostanza alternativa (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

i) Resistenza ai lubrificanti e carburanti

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

j) Coordinate cromatiche

Le coordinate cromatiche misurate mediamente sul materiale illuminato dalla luce del giorno attraverso uno spettrofotometro devono trovarsi all'interno della zona definita del diagramma CIE 1931 (Illuminante D65 – Geometria 45/0) per il colore bianco catarifrangente.

	1	2	3	4
X	0,335	0,305	0,285	0,375
Y	0,335	0,305	0,285	0,375

Per il colore giallo si prescrive un quadrante di tolleranza maggiormente esteso di quello previsto dal diagramma CIE predetto secondo le seguenti coordinate:

	1	2	3	4
X	0,443	0,545	0,465	0,389
Y	0,399	0,455	0,535	0,431

k) Fattore di illuminanza, retroriflettenza

Il fattore di luminanza misurato sul materiale illuminato della luce del giorno attraverso uno spettrofotometro, deve risultare mediamente > 0,50 per il colore bianco e > 0,30 per il colore giallo.

I valori sopraindicati dovranno essere mantenuti per tutta la durata della garanzia.

Il valore delle retroriflettenza misurato mediamente dopo 20 giorni dalla stesura non deve essere inferiore ai 200 mcd/lux per mq.

l) Prova di rugosità su strada

Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10.mo ed il 30.mo giorno dalla apertura del traffico stradale.

Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

ART. 107 SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali stradali, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere conformi per tipi, forme, dimensioni, colori e caratteristiche alle prescrizioni del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16 dicembre 1992 n. 495 ed alle relative figure e tabelle allegate che ne fanno parte integrante.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 km/h.

A) PELLICOLE

La pellicola retroriflettente deve avere le caratteristiche specificate nel D.M. 31/03/1995 e dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale a "pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola sagomata secondo la forma del segnale. La realizzazione a "pezzo unico" si riferisce a triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, di divieto e di obbligo.

Per quanto riguarda la segnaletica di indicazione (frecce, preavvisi di bivio, ecc.) dovrà essere anch'essa interamente retroriflettente sia per ciò che concerne il fondo del cartello che i bordi, i simboli

e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiono di notte secondo lo stesso schema di colori con i quali appaiano di giorno.

In ogni caso l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni deve essere tale da garantire la distanza di leggibilità prevista dal Codice della Strada.

Tutti i segnali, a richiesta della Direzione dei Lavori, potranno essere realizzati interamente in pellicola retroriflettente avente le caratteristiche di classe 2 rimanendo fisse le modalità di esecuzione già sopra descritte e relative ai segnali a "pezzo unico" ed a quelli di indicazione.

Oltre ai segnali da realizzare obbligatoriamente con pellicola ad elevata efficienza classe 2 secondo quanto prescritto dalle vigenti normative in materia, anche tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola retroriflettente di classe 2 su richiesta della Direzione Lavori.

I segnali di preavviso potranno essere richiesti anche con pellicola superiore alla classe 2, tipo "Diamond Grade" per avere una maggiore riflessione, considerata l'importanza della indicazione immediata. Tale pellicola dovrà comunque avere la relazione delle prove effettuate da un laboratorio riconosciuto.

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

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno, essere applicate sui rapporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutta l'azione combinata della depressione e del calore.

Le pellicole retroriflettenti autoadesive dovranno essere applicate con tecniche che garantiscono che la pressione necessaria all'adesione della pellicola-supporto sia stata esercitata uniformemente sull'intera superficie. Comunque l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

Le pellicole esposte verticalmente all'esterno devono mantenere l'efficienza per 7 anni se in classe 1 mentre per 10 anni se in classe 2 ad alta rifrangenza o superiore su richiesta della Direzione Lavori

B) SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 3 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 3 di superficie.

Rinforzo perimetrale - Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a cm 1.50;

Traverse di rinforzo e di collegamento - Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di mq 1.50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di cm 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

Traverse intelaiaiture - Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni. Tali traverse dovranno essere complete di staffe d'attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria; le dimensioni della sezione della traversa saranno di mm 50 x 23, spessore di mm 5.00, e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli. La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni. La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni - Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20 x 20 e di spessore mm 3.00, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura) - La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo. La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 °C. Il retro e la scatolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

C) ATTACCHI

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diametro mm 60-90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di cm 22, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria in acciaio inox.

D) ISCRIZIONI SUL RETRO DEI SEGNALI

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante, l'anno di fabbricazione del cartello, e l'Ente proprietario della strada con l'aggiunta di eventuali altre iscrizioni che la D.L. riterrà opportune ed in conformità al Nuovo Codice della Strada.

E) SOSTEGNI

Caratteristiche generali

I sostegni dei segnali dovranno essere dimensionati per resistere ad una velocità del vento di Km./h 150, pari ad una pressione dinamica di 140 Kg/mq. e comunque nel rispetto di:

- NTC 2008 di cui al DM 14/01/2008 e relativa circolare esplicativa;
- C.N.R. 10011/85: "Costruzioni di acciaio: istruzioni per il calcolo l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- C.N.R. 10022/84: "Profilati formati a freddo: istruzione per l'impiego nelle costruzioni".

Sostegni a palo

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm 60-90 spessore minimo mm. 2,5 dotati di dispositivo antirotazione, chiusi alla sommità da cappellato in plastica ad incastro e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, ovvero in sezione ad U delle dimensioni 100x50x5 e poi verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4.20 e 8.00 kg/m e per le piantane ad U non meno di 7.85 kg/m.

Il dimensionamento e tipo dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dall'Impresa.

Fondazioni e posa in opera:

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di cm 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio classe 250.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'Impresa tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e sarà ed esclusivo carico e spese dell'Impresa ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Sostegni a portale

I sostegni a portale, attraversanti (a cavalletto) o sovrastanti (a bandiera o a farfalla) la sede stradale, saranno realizzati in acciaio del tipo Fe 510 con carico di snervamento non inferiore a 355 N/mm².

Il trattamento protettivo sarà costituito da una profonda zincatura a caldo in bagno di zinco in vasca secondo le norme UNI ASTM 123 evitando l'effetto "Sendelin" (norme UNI 5744/66) con quantità di silicio inferiore a 0,04% oppure compreso tra 0,14 e 0,24% oltre a quanto di seguito specificato.

Le strutture potranno essere di due tipi:

- a) strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in tubolare a sezione quadrata;
- b) strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in profilati HEA UNI/5397/64 ed IPE UNI 3598/64.

Strutture del tipo a)

Le strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in tubolare a sezione quadrata potranno essere del tipo:

1. portale a cavalletto: ritti da mm 300x300x10 trave da mm 300x300x5;
2. portale a farfalla: ritto da mm 300x300x10 trave da mm 300x300x5;
3. portale a bandiera: ritto da mm 400x400x7 trave da mm 300x300x5;

Le strutture, i pali di sostegno di tutti i segnali stradali, dopo la zincatura a caldo dovranno essere debitamente sgrassati, trattati con apposito aggrappante e verniciati con smalto a finire nel colore grigio antracite del tipo RAL 7016 o altro a discrezione della D.L.

Strutture del tipo b)

Le strutture aventi ritti e trave a doppia briglia in profilati HEA UNI/5397/64 ed IPE UNI 3598/64 potranno essere del tipo:

1. portale a cavalletto: ritti HEA 320 mm 300x310 sp=15.50 trave IPE mm 300x150 sp = 7.10
2. portale a farfalla: ritto HEA 320 mm 300x310 sp=15.50 trave IPE mm 300x150 sp = 7.10
3. portale a bandiera: ritto HEA 400 mm 300x390 sp=19.00 trave IPE mm 150x 75 sp = 6.30

Le strutture, dopo la zincatura a caldo, e ad installazione avvenuta, verranno completate con un rivestimento sia dei ritti che della trave in alluminio 15/10 preverniciato con smalto del colore richiesto dalla D.L.. La lamiera verrà opportunamente piegata a "C" con modanatura sui terminali onde consentire l'accoppiamento a scatola e la rivettatura.

Le strutture avranno l'altezza dei ritti tale da consentire un franco utile minimo di 5.50 metri dal piano viabile delle targhe installate.

Le traverse saranno collegate ai ritti mediante flangiatura.

Il fissaggio alla fondazione è previsto con flangiatura delle piastre di base alla contropiastra mediante tirafondi annegati nel calcestruzzo.

La bulloneria di assemblaggio delle strutture sarà in acciaio inox.

Le misure sopra riportate circa le sezioni e gli spessori, sono da ritenersi orientative essendo che, comunque, i calcoli di stabilità delle strutture dovranno essere eseguiti dall'Impresa mediante tecnici specializzati ed abilitati, secondo le vigenti disposizioni di legge, e per una spinta dovuta all'azione del vento a 150 km/h. L'Impresa sarà responsabile circa la stabilità delle strutture progettate ed installate, per un periodo di 10 anni dalla data del Certificato di regolare esecuzione.

ART. 108 BARRIERE STRADALI (GUARD-RAIL)

(omissis)...

ART. 109 IMPIANTI ELETTRICI E DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE – PRESCRIZIONI GENERALI

(omissis)...

ART. 110 OPERE A VERDE

(omissis)...