

COMUNE DI FAENZA



SETTORE LAVORI PUBBLICI
Servizio Infrastrutture

Provincia di Ravenna

Comune di Faenza

PROGETTO : LAVORI DI RIFACIMENTO DEL TAPPETINO DI USURA STRADE URBANE

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

IL PROGETTISTA

Ing. Patrizia Barchi

COLLABORATORI

Geom. Emilio Selvatici

Geom. Jlenia Bondoni

Ing. Marco Folli

Arch. Eleonora Visani

Il Responsabile del Procedimento

Ing. Patrizia Barchi

Faenza novembre 2016

CAPITOLO I - NORME TECNICO - AMMINISTRATIVE

Art. 1 – Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione dei lavori di RIFACIMENTO DEL TAPPETINO DI USURA STRADE URBANE, conformemente agli elaborati del progetto esecutivo approvato con Determinazione del Dirigente del Settore Lavori Pubblici.

Art. 2 – Descrizione tecnica ed economica

L'importo complessivo dei lavori e delle provviste compreso nell'appalto e da pagarsi a misura secondo quanto di seguito indicato, ammonta ad **Euro 212.849,29** come risulta dal seguente prospetto:

A – PROSPETTO DELLE OPERE IN APPALTO

A1) importo (IVA esclusa) per l'esecuzione delle lavorazioni	€ 208.849,29
A2) importo (IVA esclusa) per gli oneri di sicurezza non soggetti a ribasso	€ 4.000,00
Importo complessivo lavori	€ 212.849,29

B – PROSPETTO LAVORI A MISURA

lavori a misura	€ 208.849,29
oneri per la sicurezza a misura	€ 4.000,00
Importo complessivo lavori	€ 212.849,29

Gli importi di cui al presente articolo ed a quelli successivi sono da intendersi IVA esclusa.

C - PROSPETTO CATEGORIE ai fini del rilascio del Certificato di Esecuzione

Categorie	Tipo	Descrizione	Importo in euro (compreso oneri sicurezza)	% importo dei lavori
OG3	Prevalente	Strade... e relative opere complementari	€. 212.849,29	100

Nel caso di subappalto si richiama l'art. 13 dello schema di contratto

D - PROSPETTO LAVORAZIONI OMOGENEE

Categoria di riferimento	Descrizione	Importo totale esclusi oneri sicurezza	% sull'importo: Totale opere a misura
OG3	Strade... e relative opere complementari	€. 208.849,29	100

Art. 3 – Programma di esecuzione dei lavori

1. Il tempo utile per l'esecuzione di tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in **giorni 90 (novanta)** naturali e consecutivi dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Il Direttore dei lavori, previa autorizzazione del Responsabile unico del procedimento, provvede alla consegna dei lavori non oltre quarantacinque giorni decorrenti dalla data di stipula del contratto.
3. La consegna dei lavori deve risultare da processo verbale redatto in contraddittorio con l'esecutore; dalla data di tale verbale decorre il termine ultimo per il compimento dei lavori.
4. Il processo verbale di consegna contiene i seguenti elementi:
 - a) le condizioni e circostanze speciali locali riconosciute e le operazioni eseguite, come i tracciamenti, gli accertamenti di misura, i collocamenti di sagome e capisaldi;
 - b) le aree, i locali, l'ubicazione e la capacità delle cave e delle discariche concesse o comunque a disposizione dell'esecutore, unitamente ai mezzi d'opera per l'esecuzione dei lavori;
 - c) la dichiarazione che l'area su cui devono eseguirsi i lavori è libera da persone e cose e, in ogni caso che lo stato attuale è tale da non impedire l'avvio e la prosecuzione dei lavori;
 - d) le modalità di azione nel caso in cui siano riscontrate differenze fra le condizioni locali ed il progetto

esecutivo.

All'esito delle operazioni di consegna dei lavori, il Direttore dei lavori e l'esecutore sottoscrivono il relativo verbale, redatto in doppio esemplare. Il Direttore dei lavori trasmette il verbale di consegna sottoscritto dalle parti al Responsabile unico del procedimento.

Nel caso in cui, ai sensi dell'art. 32, co. 8, del Codice, la consegna dei lavori avvenga in via d'urgenza, nel verbale di consegna sono indicate le lavorazioni che l'esecutore deve immediatamente eseguire, comprese le opere provvisoriale.

5. Il direttore dei lavori comunica con un congruo preavviso all'esecutore il giorno ed il luogo in cui deve presentarsi per ricevere la consegna dei lavori, munito del personale idoneo nonché delle attrezzature e materiali necessari per eseguire, ove occorra, il tracciamento dei lavori secondo i piani, profili e disegni di progetto. Sono a carico dell'esecutore gli oneri per le spese relative alla consegna, alla verifica ed al completamento del tracciamento che fosse stato già eseguito a cura della stazione appaltante.

6. Qualora l'esecutore non si presenti nel giorno stabilito, il direttore dei lavori fissa una nuova data. La decorrenza del termine contrattuale resta comunque quella della data della prima convocazione. Qualora sia inutilmente trascorso il termine assegnato dal direttore dei lavori, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.

7. Qualora la consegna avvenga in ritardo per fatto o colpa della stazione appaltante, l'esecutore può chiedere di recedere dal contratto. Nel caso di accoglimento dell'istanza di recesso l'esecutore ha diritto al rimborso di tutte le spese contrattuali nonché di quelle effettivamente sostenute e documentate ma in misura non superiore alle seguenti percentuali, calcolate sull'importo netto dell'appalto:

- a) 1,00 per cento per la parte dell'importo fino a 258.000 euro;
- b) 0,50 per cento per la eccedenza fino a 1.549.000 euro;
- c) 0,20 per cento per la parte eccedente i 1.549.000 euro.

La richiesta di pagamento degli importi spettanti, debitamente quantificata, è inoltrata a pena di decadenza entro sessanta giorni dalla data di ricevimento della comunicazione di accoglimento dell'istanza di recesso; la richiesta di pagamento degli importi spettanti è formulata a pena di decadenza mediante riserva da iscriverne nel verbale di consegna dei lavori e da confermare, debitamente quantificata, nel registro di contabilità con le modalità di cui all'art. 190 del D.P.R. 207/2010.

Ove l'istanza dell'esecutore non sia accolta e si proceda tardivamente alla consegna, l'esecutore ha diritto al risarcimento dei danni dipendenti dal ritardo, pari all'interesse legale calcolato sull'importo corrispondente alla produzione media giornaliera prevista dal programma di esecuzione dei lavori nel periodo di ritardo, calcolato dal giorno di notifica dell'istanza di recesso fino alla data di effettiva consegna dei lavori.

Oltre alle somme espressamente previste nel presente comma, nessun altro compenso o indennizzo spetta all'esecutore.

8. Qualora, iniziata la consegna, questa sia sospesa dalla stazione appaltante per ragioni non di forza maggiore, la sospensione non può durare oltre sessanta giorni. Trascorso inutilmente tale termine, si applicano le disposizioni del presente capitolato previste in ipotesi di ritardo della consegna per fatto o colpa della stazione appaltante.

9. Il direttore dei lavori è responsabile della corrispondenza del verbale di consegna dei lavori all'effettivo stato dei luoghi. Se sono riscontrate differenze fra le condizioni locali ed il progetto esecutivo, non si procede alla consegna, e il direttore dei lavori ne riferisce immediatamente al responsabile del procedimento, indicando le cause e l'importanza delle differenze riscontrate rispetto agli accertamenti effettuati in sede di redazione del progetto esecutivo e delle successive verifiche, e proponendo i provvedimenti da adottare.

Il responsabile del procedimento, acquisito il benestare del dirigente competente, cui ne avrà riferito, nel caso in cui l'importo netto dei lavori non eseguibili per effetto delle differenze riscontrate sia inferiore al quinto dell'importo netto di aggiudicazione e sempre che la eventuale mancata esecuzione non incida sulla funzionalità dell'opera o del lavoro, dispone che il direttore dei lavori proceda alla consegna parziale, invitando l'esecutore a presentare, entro un termine non inferiore a trenta giorni, il programma di esecuzione che preveda la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili. Qualora l'esecutore intenda far valere pretese derivanti dalla riscontrata difformità dello stato dei luoghi rispetto a quello previsto in progetto, deve formulare riserva sul verbale di consegna con le modalità e con gli effetti di cui all'[articolo 190](#) del DPR n. 207/2010.

10. Nel caso di subentro di un esecutore ad un altro nell'esecuzione dell'appalto, il direttore dei lavori redige apposito verbale in contraddittorio con entrambi gli esecutori per accertare la consistenza dei materiali, dei mezzi d'opera e di quant'altro il nuovo esecutore deve assumere dal precedente, e per indicare le indennità da corrisponderci. Qualora l'esecutore sostituito nell'esecuzione dell'appalto non intervenga alle operazioni di consegna, oppure rifiuti di firmare i processi verbali, gli accertamenti sono fatti in presenza di due testimoni ed i relativi processi verbali sono dai medesimi firmati assieme al nuovo esecutore. Trascorso inutilmente e senza giustificato motivo il termine per la consegna dei lavori assegnato dal direttore dei lavori al nuovo esecutore, la stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto e di incamerare la cauzione.

Art. 4 – Impianti tecnici e ulteriori prescrizioni

Ai fini operativi della cantierizzazione, si possono prevedere interventi in sede stradale ed interventi ai margini o fuori da essa; in particolare, in considerazione delle condizioni ambientali nelle quali operare, si dovrà aver cura e la massima attenzione durante le fasi di demolizione e scavo; porre particolare attenzione e mettere in atto le opportune prescrizioni per la possibile presenza di reti interrato non segnalate (Enel-Gas-P.I.-Acquedotto, ect.); a tal fine la ditta aggiudicataria dovrà prima dell'esecuzione lavori effettuare un sopralluogo con gli enti gestori dei servizi al fine di rilevare eventuali interferenze.

Cronoprogramma (Programmazione delle attività)

Il diagramma di Gant é stato compilato in considerazione della presenza di cantieri di diversa ubicazione da attivare in successione in maniera non contemporanea, distributi sul territorio comunale, in funzione della verifica sulle eventuali sovrapposizioni operative in ogni singolo cantiere in esame.

Le tempistiche e le modalità di attuazione sono demandate all'impresa appaltatrice e al coordinatore nella fase di esecuzione previo accordo con la Direzione Lavori.

Fasi Lavorative	SETTIMANE													Uomini giorno
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Via Bondiolo														
Fresatura della pavimentazione stradale esistente	■	■												4*4 = 16 ug
Bonifiche ed adeguamenti puntuali di sedi stradali	■	■												4*6 = 24 ug
Realizzazione di tappeto di usura con bitume modificato			■											4*4 = 16 ug
Messa in quota di pozzetti, caditoie, chiusini, ecc.			■											2*4 = 8 ug
Rifacimento della segnaletica orizzontale			■											2*2 = 4 ug
Via De Gasperi														
Fresatura della pavimentazione stradale esistente				■										4*2 = 8 ug
Bonifiche ed adeguamenti puntuali di sedi stradali				■										4*3 = 12 ug
Realizzazione di tappeto di usura con bitume modificato					■									4*2 = 8 ug
Messa in quota di pozzetti, caditoie, chiusini, ecc.					■									2*2 = 4 ug
Rifacimento della segnaletica orizzontale					■									2*1 = 2 ug

Fasi Lavorative	SETTIMANE													Uomini giorno
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Via Ragazzini														
Fresatura della pavimentazione stradale esistente														4*2 = 8 ug
Bonifiche ed adeguamenti puntuali di sedi stradali														4*3 = 12 ug
Realizzazione di tappeto di usura con bitume modificato														4*2 = 8 ug
Messa in quota di pozzetti, caditoie, chiusini, ecc.														2*2 = 4 ug
Rifacimento della segnaletica orizzontale														2*1 = 2 ug
Corso Garibaldi														
Fresatura della pavimentazione stradale esistente														4*4 = 16 ug
Bonifiche ed adeguamenti puntuali di sedi stradali														4*6 = 24 ug
Realizzazione di tappeto di usura con bitume modificato														4*5 = 20 ug
Messa in quota di pozzetti, caditoie, chiusini, ecc.														2*4 = 8 ug
Rifacimento della segnaletica orizzontale														2*2 = 4 ug
Via Torretta														
Fresatura della pavimentazione stradale esistente														4*2 = 8 ug
Bonifiche ed adeguamenti puntuali di sedi stradali														4*6 = 24 ug
Realizzazione di tappeto di usura con bitume modificato														4*2 = 8 ug
Messa in quota di pozzetti, caditoie, chiusini, ecc.														2*2 = 4 ug
Rifacimento della segnaletica orizzontale														2*1 = 2 ug
TOTALE Uomini / giorno														254 ug

CAPITOLO II - PRESCRIZIONI TECNICHE INERENTI I MATERIALI E LE LAVORAZIONI

P A R T E I - QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE.....	9
ART. 1.1 - CORRISPONDENZA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE ALLE PRESCRIZIONI CONTRATTUALI _____	9
ART. 1.2 - PROVVISTA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE _____	9
ART. 1.3 - PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE _____	9
ART. 1.4 - ACQUA – CALCI – LEGANTI IDRAULICI – POZZOLANE _____	10
ART. 1.5 - QUALITÀ E COMPOSIZIONE DELLE MALTE IDRAULICHE _____	11
ART. 1.6 - SABBIA – GHIAIA – PIETRISCO – GRANIGLIA – PIETRE NATURALI _____	11
ART. 1.7 - BITUMI – BITUMI LIQUIDI – EMULSIONI BITUMINOSE – POLVERI DI ROCCE ASFALTICHE _____	13
ART. 1.8 - LATERIZI E PIETRE DA RIVESTIMENTO _____	15
ART. 1.9 - MATERIALI METALLICI _____	15
ART. 1.10 - LEGNAMI _____	16
ART. 1.11 - ALTRI MATERIALI _____	16
P A R T E II - MODALITA' DI ESECUZIONE E ORDINE DA TENERSI NELLO SVOLGIMENTO DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO.....	18
ART. 2.1 - OPERE PROVVISORIALI _____	18
ART. 2.2 - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA _____	18
ART. 2.3 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI _____	18
ART. 2.4 - MISURE DI SICUREZZA E PROVVEDIMENTI DI VIABILITÀ CONSEGUENTI AI LAVORI _____	19
ART. 2.5 - LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI _____	19
ART. 2.6 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI _____	19
ART. 2.7 - RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE _____	19
ART. 2.8 - LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA O NELL'INTERESSE DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE _____	20
ART. 2.9 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI _____	20
CAPO A - SCAVI, RILEVATI, FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI STRADALI	26
ART. A.1 - SCAVI – RILEVATI - RINTERRI _____	26
ART. A.2 - SOVRASTRUTTURA STRADALE _____	30
ART. A.3 - STRATI DI FONDAZIONE E STRATI DI SOTTOBASE _____	31
ART. A.4 - MISTO GRANULARE _____	32
ART. A.5 - MISTO CEMENTATO _____	34
ART. A.6 - CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA _____	38
ART. A.7 - FREQUENZA DEI CONTROLLI SULLA FONDAZIONE E SULLO STRATO DI SOTTOBASE _____	42
CAPO B - CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	45
ART. B.1 - LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI _____	45
ART. B.2 - CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO (FRESATO) _____	45
ART. B.3 - ADDITIVI _____	46
CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO.....	46
ART. B.4 - PRESCRIZIONI GENERALI _____	46
ART. B.5 - PROCEDURA DI STUDIO DELLE MISCELE CON PRESSA GIRATORIA _____	47
ART. B.6 - MATERIALI COSTITUENTI _____	49
STRATO DI BASE.....	51
ART. B.7 - DESCRIZIONE _____	51
ART. B.8 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA _____	52
ART. B.9 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO _____	53

STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER).....	54
ART. B.10 - DESCRIZIONE.....	54
ART. B.11 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	54
ART. B.12 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO.....	56
STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO	57
ART. B.13 - DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE.....	57
ART. B.14 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	58
ART. B.15 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO.....	59
STRATO DI USURA 0/12,5	60
ART. B.16 - DESCRIZIONE.....	60
ART. B.17 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	60
ART. B.18 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO.....	62
STRATO DI USURA 0/8 E RISAGOMATURA FINE 0/6	62
ART. B.19 - DESCRIZIONE.....	62
ART. B.20 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	63
ART. B.21 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO.....	65
MICROTAPPETO A CALDO	65
ART. B.22 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA.....	66
CAPO C – TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	67
ART. C.1 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI.....	67
ART. C.2 – FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	68
CAPO D – PRESCRIZIONI SUL CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA E SULLE LAVORAZIONI ..	70
ART. D.1 – CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA.....	70
ART. D.2 – CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA.....	70
ART. D.3 - FREQUENZE DEI CONTROLLI SUI CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	71
CAPO E – CONTROLLI SUL MATERIALE PRELEVATO SFUSO E SULLA PAVIMENTAZIONE FINITA E RELATIVE DETRAZIONI PECUNIARIE.....	74
ART. E.1 - CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DETRAZIONI.....	75
ART. E.2 - CARATTERISTICHE MECCANICHE E DETRAZIONI.....	75
ART. E.3 - CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE (DENSITÀ/VUOTI) E DETRAZIONI.....	76
ART. E.4 - ADERENZA E TESSITURA E DETRAZIONI.....	76
ART. E.5 - ADESIONE TRA GLI STRATI E DETRAZIONI.....	77

P A R T E I - QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE

Art. 1.1 - CORRISPONDENZA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE ALLE PRESCRIZIONI CONTRATTUALI

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di Legge e di progetto, nonché alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale di Appalto; dovranno essere della migliore qualità e, nelle rispettive loro specie, dovranno risultare di perfetta lavorazione.

Fino alla loro posa in opera, il Direttore dei Lavori ha facoltà di rifiutare in qualunque tempo i materiali che non abbiano i requisiti prescritti, che abbiano subito deperimenti dopo l'introduzione nel cantiere, o che per qualsiasi causa non risultino conformi alle condizioni contrattuali.

Materiali speciali o non previsti nel presente Capitolato Speciale di Appalto, potranno essere ammessi ed utilizzati solo dopo esame e parere favorevole della Direzione Lavori.

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

Ove l'Appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei Lavori, Il Comune potrà provvedervi direttamente ed a spese dell'Appaltatore, a carico del quale resterà anche qualsiasi danno derivante dalla rimozione così eseguita.

Qualora venga accertata la non corrispondenza alle prescrizioni contrattuali di forniture e materiali già accettati e già posti in opera, si procederà come disposto dagli artt. 15 e 18 del Capitolato Generale d'Appalto.

Art. 1.2 - PROVISTA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE

Tutti i materiali occorrenti per i lavori proverranno da cave, fabbriche, stabilimenti, depositi, ecc., scelti ad esclusiva cura e rischi dell'Appaltatore, il quale non potrà accampare alcuna eccezione qualora in corso di coltivazione delle cave o di esercizio delle fabbriche, degli stabilimenti, dei depositi, ecc., i materiali non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti, ovvero venissero a mancare ad esso fosse obbligato a ricorrere ad altre cave, stabilimenti, fabbriche, depositi ecc. in località diverse ed a diverse distanze o da diversa provenienza; intendendosi che, anche in siffatti casi, resteranno invariati i prezzi stabiliti in elenco come pure tutte le prescrizioni che si riferiscono alla qualità e dimensione dei singoli materiali.

L'Appaltatore è obbligato a notificare alla Stazione Appaltante, in tempo utile ed in ogni caso almeno 15 giorni prima dell'impiego, la provenienza dei materiali e delle forniture per il prelevamento dei campioni da sottoporre, a spese dell'Appaltatore, alle prove e verifiche che la Stazione appaltante ritenesse necessarie prima di accettarli.

Uguale obbligo ha l'Appaltatore nel caso di eventuali successive modifiche dei luoghi di provenienza dei materiali o delle forniture in genere.

Quando nella descrizione dei lavori fossero prescritti i luoghi di provenienza dei materiali e delle forniture e per qualsivoglia ragione la Stazione Appaltante ritenesse necessario o conveniente ricorrere ad altra località per il loro approvvigionamento, l'Appaltatore non potrà rifiutarsi a tale variazione quando ciò gli fosse ordinato per iscritto dalla Stazione Appaltante, salva la determinazione, nei modi prescritti, della eventuale variazione di prezzo in più od in meno.

Di contro l'Appaltatore non potrà sostituire i luoghi di provenienza, eventualmente prescritti, senza preventiva autorizzazione scritta della Stazione Appaltante.

Art. 1.3 - PROVA DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE IN GENERE

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in ogni tempo e, di norma, periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, per le prove e gli esami dei materiali impiegati e da impiegare, disposti dalla Direzione Lavori e dall'Organo di collaudo per l'invio dei campioni ai Laboratori ufficiali prescelti dal Comune.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Dei campioni stessi potrà essere ordinata la conservazione in luogo in accordo con la Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti nei Laboratori di cui al comma 1 saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle vigenti Norme Tecniche.

L'esito favorevole delle prove (anche di quelle effettuate in cantiere) non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti.

Ai sensi dell'art. 15 del Capitolato Generale d'Appalto, le prove ed analisi di laboratorio sui materiali, previste come obbligatorie dalla normativa vigente, sono a carico del Comune. Rimangono a carico dell'Appaltatore il confezionamento dei campioni dei materiali, il trasporto degli stessi presso i laboratori ufficiali scelti dal Comune, nonché la produzione al Comune dei certificati rilasciati dai laboratori stessi.

Saranno inoltre a carico dell'Appaltatore le spese per le prove ed analisi non espressamente previste nel presente Capitolato Speciale di Appalto, ma disposte dalla Direzione dei Lavori o dall'Organo di collaudo in quanto ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali.

Art. 1.4 - ACQUA – CALCI – LEGANTI IDRAULICI – POZZOLANE

Acqua:

L'acqua dovrà essere dolce, limpida, non aggressiva e priva di materie terrose.

Non potranno essere impiegate:

- ❖ le acque eccessivamente dure od aventi alto tenore di solfati e di cloruri, gessose;
- ❖ le acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche in genere, da aziende di prodotti alimentari, da concerie od altre aziende industriali;
- ❖ le acque contenenti argille, humus, limi;
- ❖ le acque contenenti residui grassi, oleosi e zuccherini;
- ❖ le acque piovane prive di carbonati e di bicarbonati che potrebbero favorire la solubilità della calce e quindi impoverire l'impasto.

Calci:

Le calci aeree, dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. del 16.11.1939 n. 2231.

Le calci idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla Legge del 26.5.1965 n. 595 ed al D.M. del 31.8.1972 che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei leganti idraulici.

Agglomerati cementizi:

Gli agglomerati cementizi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.5.1965 n. 595 ed al D.M. 31.08.1972, già citati.

I cementi dovranno avere i requisiti di cui alla legge 26.05.1965 n. 595 ed al D.M. 3.6.1968 che dettano le norme per l'accettazione e le modalità di prova dei cementi.

I cementi dovranno normalmente essere approvvigionati in cantiere a disposizione della D.L., per il preventivo esame, almeno un mese prima del loro impiego e dovranno essere conservati in magazzini coperti, perfettamente asciutti e senza correnti d'aria; l'Appaltatore sarà responsabile della buona conservazione del cemento.

La fornitura del cemento dovrà essere effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'Art. 3 della legge 26.5.1965 n. 595.

Qualora il cemento venga trasportato alla rinfusa, dovranno essere impiegati appositi ed idonei mezzi di trasporto: in questo caso il cantiere dovrà essere dotato di adeguata attrezzatura per lo scarico, di silos per la conservazione e di bilancia per il controllo della formazione degli impasti.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sciolto dovrà risultare dal giornale dei lavori.

La qualità dei cementi forniti alla rinfusa dovrà essere accertata mediante prelievo di campioni come stabilito dall'art. 4 della legge 26.05.1965 n. 595.

Il cemento, comunque fornito, che all'atto dell'impiego risultasse alterato sarà rifiutato e dovrà essere allontanato subito dal cantiere come prescritto al precedente art. 2.1.

La D.L. farà eseguire sul cemento approvvigionato, ed a spese dell'Appaltatore, le prove prescritte. L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e compensi per eventuali ritardi o sospensioni di lavoro che si rendessero necessari per attendere i risultati ufficiali degli accertamenti sulla idoneità dei cementi.

L'aggiunta ai cementi di materie per accelerare o ritardare la presa dei conglomerati, o per ritardarne od accelerarne l'indurimento, oppure per migliorarne la lavorabilità, la impermeabilità, la resistenza al gelo od altro, potrà essere eseguita solo su ordine della D.L..

Nell'uso degli additivi si dovrà tenere presente che la misura consentita degli additivi stessi dovrà essere tale da non perturbare le altre qualità richieste per il conglomerato o per presentare un pericolo per le armature.

Gli additivi per gli impasti cementizi devono corrispondere per qualità, tipo, caratteristiche e per la loro idoneità all'impiego a quanto fissato dalle norme UNI 934-2, 7109, 10765 ed a quelle altre norme che dovessero, in seguito, essere pubblicate a completamento od in sostituzione di quelle citate.

Pozzolane:

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico dovranno essere esenti da materie terrose, vegetali ed argillose o comunque eterogenee; dovranno inoltre essere di grana fina (cioè totalmente passanti allo staccio 2 UNI 2332), asciutti, scricchiolanti al tatto ed accuratamente vagliati.

Quale sia la loro provenienza, le pozzolane od i materiali a comportamento pozzolanico, dovranno avere i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939 N. 2230.

Art. 1.5 - QUALITÀ E COMPOSIZIONE DELLE MALTE IDRAULICHE

Qualsiasi tipo di malta dovrà corrispondere alle proporzioni stabilite nel presente Capitolato all'Elenco prezzi, se non diversamente disposto all'atto esecutivo dalla D.L. che ha la facoltà di ordinare l'aumento o la diminuzione dei quantitativi dei leganti, pagando o detraendo soltanto la differenza di peso dei materiali stessi con i prezzi di elenco.

La preparazione delle malte dovrà essere limitata alle quantità necessarie per l'immediato impiego, tenuto conto delle condizioni atmosferiche e della temperatura.

I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calci che dovranno essere utilizzati, però, nella stessa giornata della loro preparazione.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo sopra aree convenientemente pavimentate oppure a mezzo di macchine impastatrici e mescolatrici.

In tutti i casi dovranno essere disposti in cantiere mezzi idonei per l'esatta misurazione dei materiali costituenti l'impasto secondo il dosaggio fissato dalla Direzione Lavori in relazione alle caratteristiche e qualità dei materiali stessi.

Art. 1.6 - SABBIA – GHIAIA – PIETRISCO – GRANIGLIA – PIETRE NATURALI

Gli aggregati dovranno avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del fascicolo n. 4 anno 1953 del Consiglio Nazionale delle Ricerche, e "Tabella UNI 2710 ed. 1945" per le ghiaie.

I materiali dovranno comunque avere i seguenti requisiti di caratterizzazione e di accettazione:

a) **Il pietrisco** sarà di natura granitica o basaltica formato da elementi approssimativamente poliedrici, aventi i lati compresi fra mm. 35/50 oppure mm. 50/70 a seconda della richiesta della Direzione Lavori.

Il mezzo pietrisco sarà, invece, formato da elementi come sopra aventi il lato compreso fra mm. 15/22 e mm. 25/35.

I suddetti materiali saranno ottenuti per frantumazione di rocce basaltiche o granitiche, dovranno essere di forma poliedrica, ben puliti ed esenti da ogni traccia di argilla e sporco in genere.

Le caratteristiche dei materiali devono essere conformi al fascicolo n.4 del c.f.r. - C.N.R. - Comitato Studi Materiali Stradali:

Coefficiente di qualità Deval	minimo	12
Coefficiente I.I.S.	minimo	4

Coefficiente di frantumazione	minimo	120
Perdita per decantazione	massimo	1
Resistenza all'usura	massimo	0,8

La resistenza media alla compressione non dovrà essere inferiore ai 6/10 di quella del granito di S. Fedelino.

b) **La terra stabilizzata** con legante naturale dovrà avere la seguente composizione granulometrica e caratteristiche:

passante al setaccio da mm 50,8	dal 100%	al	100%
passante al setaccio da mm 38,1	dal 70%	al	100%
passante al setaccio da mm 25,4	dal 55%	al	85%
passante al setaccio da mm 19,1	dal 50%	al	80%
passante al setaccio da mm 9,52	dal 40%	al	70%
passante al setaccio da mm 4,76	dal 30%	al	60%
passante al setaccio da mm 2,00	dal 20%	al	50%
passante al setaccio da mm 0,42	dal 10%	al	30%
passante al setaccio da mm 0,074	dal 5%	al	15%

La percentuale del passante al setaccio da mm. 0,074 dovrà essere superiore alla metà della percentuale passante al setaccio da mm. 0,42.

I materiali componenti la terra stabilizzata dovranno essere privi di terriccio ed altre materie estranee e le loro caratteristiche fisiche dovranno rispondere a quelle di cui alla lettera a) del presente articolo, inoltre l'indice di plasticità dovrà essere inferiore a 6.

c) **La ghiaia in natura** dovrà essere formata da elementi di diametro gradualmente variabile fra mm. 0,075 e mm. 100, in modo che la massa abbia una minima percentuale di vuoti.

Qualora la ghiaia naturale, ricavata dal greto del fiume, non avesse le caratteristiche richieste, dovrà essere opportunamente corretta con lo scarto degli elementi troppo grossi, ovvero con l'aggiunta di sabbia o ghiaietto, allo scopo di ottenere una buona granulometria.

d) **La sabbia o la polvere di frantoio** potranno essere indifferentemente richieste alla Direzione Lavori.

La sabbia dovrà essere granita, ben lavata e quindi esente da limo, argilla, terriccio ed altre materie estranee.

Dovrà essere formata da elementi di diametro compreso fra mm. 0,075 e mm. 2.

e) **I ciottoli per fondazione** dovranno essere pressoché rotondeggianti (non piatti) con dimensioni comprese fra i cm. 20 e i cm. 30.

Le caratteristiche fisiche saranno quelle indicate per i materiali di cui alla lettera a).

f) **Il pietrischetto e la graniglia** dovranno avere dimensioni comprese fra mm. 3/6 - 4/8 - 8/15 a seconda della richiesta della Direzione Lavori.

Le caratteristiche fisiche saranno quelle indicate alla lettera a).

Il materiale dovrà essere di qualità e composizione uniforme, pulito e praticamente esente da limo, argilla, terriccio ed altre materie estranee.

I singoli elementi dovranno avere forma approssimativamente poliedrica con spigoli vivi e non dovranno essere lamellari e troppo allungati.

g) **Le pietre naturali** da impiegare per qualsiasi lavoro non dovranno essere gelive né igroscopiche o porose, non dovranno in conseguenza assorbire acqua per capillarità né disgregarsi sotto l'azione del gelo.

Le pietre stesse dovranno essere compatte ed omogenee, essere facilmente lavorabili ed avere efficace adesività alle malte. E' vietato, tra l'altro, l'impiego, delle pietre di cappellaccio, scistose, galestrose, argillose, gessose, marnose, calcareo-marnose; è altresì vietato l'impiego di pietre a superficie friabile ed untuosa al tatto.

E' vietato anche l'impiego di pietre comunque disgregabili sotto l'azione dell'acqua e degli agenti atmosferici in genere, delle pietre a struttura lamellare, di quelle erose da movimento entro alvei o provenienti da rocce granulari anche se fortemente cementate. Le pietre, prima del loro impiego, dovranno essere accuratamente private da terra od argilla occasionale ed essere comunque poste nelle migliori condizioni per l'uso cui dovranno essere destinate.

La resistenza meccanica delle pietre, quella all'azione disgregatrice causata dal gelo, le proprietà fisiche,

ecc..., verranno determinate secondo le prove stabilite dal R.D. 16.11.1939 n. 2232.

Art. 1.7 - BITUMI – BITUMI LIQUIDI – EMULSIONI BITUMINOSE – POLVERI DI ROCCE ASFALTICHE

a) **Bitume:** per il bitume, il bitume liquido e le emulsioni bituminose dovranno essere osservate le norme contenute nei seguenti fascicoli editi dal C.N.R. - Commissione di studio dei materiali stradali:

n. 2/1951 - Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali.

n. 7/1951 - Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali.

n. 3/1958 - Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali.

Dovrà, altresì, essere rispettata la Norma UNI EN 12591 "Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali".

Le stesse norme valgono per il prelevamento dei campioni.

Il bitume da impiegare per la confezione del conglomerato bituminoso per base, collegamento e usura avrà la penetrazione prescritta dalla D.L. e comunque, di norma 80/100; inoltre dovrà avere indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso tra -0,7 e +0,7.

$$\text{Indice di Penetrazione (I.P.)} = \frac{20 + 330v}{u + 30v}$$

dove u = 0,60206 (temperatura 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 (penetrazione bitume in dmm)

L'impiego dei diversi tipi di bitumi liquidi è specificato all'art.3 del citato fascicolo 7/1957 del C.N.R.

L'emulsione bituminosa dovrà contenere non meno del 55% di bitume puro.

Le norme per l'accettazione delle rocce asfaltiche risultano dal fascicolo n. 6/1956 del C.N.R. "Norme per l'accettazione delle polveri di rocce asfaltiche per pavimentazioni stradali".

b) **L'emulsione bituminosa normale** dovrà contenere almeno il 55% di bitume puro e non più dell'1,5% di emulsivo.

Essa dovrà essere perfettamente omogenea, senza segni di flocculazione o separazione e deve ridursi in tale stato con semplice agitazione di breve durata.

L'emulsione inoltre dovrà essere a rapida rottura ed irreversibile.

Le caratteristiche fisiche alle quali l'emulsione dovrà rispondere per la sua accettazione sono le seguenti:

- ❖ per l'omogeneità, il residuo su setaccio di 900 maglie, dopo filtrazione deve essere inferiore allo 0,51%;
- ❖ per la stabilità nel tempo, il residuo su setaccio di 900 maglie, dopo filtrazione e riposo per 7 giorni, deve essere inferiore allo 0,1%;
- ❖ per la sedimentazione (da provarsi con cc. 250 di emulsione entro un cilindro di vetro del diametro di cm. 3,5) si deve avere un deposito inferiore a mm. 6 dopo 3 giorni ed a mm. 12 dopo 7 giorni di riposo;
- ❖ per la stabilità al gelo (da provarsi su gr.100 di emulsione filtrata con setaccio di 900 maglie fatta riposare per ½ ora a 4°C e successivamente filtrata con setaccio di 100 maglie) si deve avere un residuo inferiore allo 0,5%.

La viscosità Engler a 20° C dovrà essere compresa fra 3 e 20.

L'adesione minima al granito di S. Fedelino dovrà essere di 2,5 Kg/cm² per provini asciutti, di 1,25 Kg/cm² per provini bagnati ed al marmo statuario di Carrara dovrà essere di 2,5 Kg/cm² per provini asciutti.

Il residuo bituminoso ottenuto con la coagulazione per mezzo del trattamento con alcool etilico deve avere le seguenti caratteristiche:

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| ❖ penetrazione massima a 25°C | 200 dmm |
| ❖ duttilità a 25°C | superiore a cm. 70 |
| ❖ solubilità in CS ₂ | superiore al 99% |
| ❖ punto di rammollimento | 38°C □ 55°C |
| ❖ punto di rottura | inferiore a -14° C |

c) **L'emulsione acida** dovrà contenere almeno il 60% di bitume e dovrà essere ottenuta con emulsionanti cationici anziché anionici ed avere un pH inferiore a 7.

Sarà ottenuta con bitume leggermente flussato in modo da non presentare fenomeni di cristallizzazione.

d) **Emulsione bituminosa al 69% di bitume del tipo semistabile "Colidrina 69"**, posta in opera a temperature di 80° gradi centigradi.

Caratteristiche:

❖	Contenuto d'acqua	NF – 66023	max. 32%
❖	Viscosità Engler a 20°C		>15
❖	Omogeneità a 630 m (%)		<0.1
❖	Omogeneità a 160 m (%)		<0.25
❖	Sedimentazione a 5 giorni		<5
❖	Adesività		>75
❖	Indice di rottura		80 - 140
❖	Carica delle particelle		positiva
❖	Olio distillante (%)		1 - 3
❖	Penetrazione a 25°C	CNR – 24/71 UNI EN 1426	100/250
❖	Palla-anello	CNR – 35/73 UNI EN 1427	37°C –42°C
❖	Viscosità a 60°C Ps		400/700
❖	Viscosità a 135°C Ps		1.5/3

e) **L'emulsione da impregnazione** dovrà essere un'emulsione speciale di tipo stabile a base di bitume flussato avente caratteristiche fisiche e chimiche tali da consentire il suo impiego a freddo ogni qualvolta si debbano avvolgere e rivestire elementi molto fini, come nei processi di impregnazione delle massicciate in terra e ghiaia o nella stabilizzazione delle terre.

Tale emulsione dovrà risultare, in sede applicativa, effettivamente idonea a penetrare con stabile effetto legante; all'analisi dovranno risultare le seguenti caratteristiche:

- ❖ contenuto di bitume e solventi minimo 55%;
- ❖ contenuto in acqua (determinato con Xilolo) massimo 45%;
- ❖ indice di rottura minore di 0,5%;
- ❖ prova di omogeneità (trattenuto al setaccio 0,18 UNI 2331) massimo 0,06%;
- ❖ stabilità (prova al setaccio 0,18 UNI 2331 dopo seconda filtrazione ad otto giorni dalla prima) residuo 0,01%;
- ❖ viscosità Engler a 20°C, 2,5 - 3.

f) **Emulsione bituminosa elastomerizzata** - Emulsione cationica al 70% prodotta da bitumi modificati con elastomeri SBS - RADIALI (Stirolo butadiene Stirolo - radiale), tipo ELASTOVAL 70% o EMULREX 70%, posta in opera a temperature di 70°-80° gradi centigradi.

Caratteristiche:

❖	Contenuto d'acqua	CNR 101/84	max. 30%
❖	Contenuto di legante	100 - a)	min. 70%
❖	Contenuto di bitume	CNR 100/84	min. 67%
❖	Contenuto di flussante	CNR 100/84	max. 3%
❖	Demulsività	ASTM D244	50 □ 100%
❖	Omogeneità al setaccio	ASTM D244	max. 0,2

❖ Sedimentazione a 5 gg.		max. 5%
❖ Viscosità Engler a 20° C		oltre 20
❖ pH (grado acidità)		2 □ 4

Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione CNR 100/84 ASTM D244)

- Penetrazione a 25°C 100gr. x 5"	CNR 24/71 UNI EN 1426	50 □ 60 dmm
- Punto di rammollimento (PA)	CNR 35/73 UNI EN 1427	65 □ 75°C
- Viscosità a 60° C l/s	671772a	800□1000 Pa
- Viscosità a 80° C l/s	671772a	80□130 Pa
- Punto di rottura (Fraas)	CNR 43/72 UNI EN 12593	-20° C

Art. 1.8 - LATERIZI E PIETRE DA RIVESTIMENTO

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle Norme per l'accettazione di cui al R.D. 16.11.1939 n. 2233, integrate con le Norme di unificazione previste per i vari tipi.

La pietra da rivestimento prevista per il paramento esterno del muro, i gradini della scalinata e del marciapiede è un'arenaria di particolari caratteristiche fisiche e meccaniche.

La grana deve essere fine tutto questo perché in tal maniera la roccia risulta più compatta, cementata e con maggiori resistenze; geologicamente essa deve appartenere alla formazione " *autoctona* " cioè da formazioni che si sono sedimentate nell'area stessa in cui attualmente affiorano.

In particolare la pietra deve avere degli ottimi valori di resistenza alla compressione, alla flessione, all'usura, all'imbibizione ed alla gelività da documentarsi con appropriata certificazione rilasciata da un laboratorio ufficiale.

Indicativamente, ma da verificarsi antecedentemente i lavori, il materiale da utilizzare dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- compressione su provini asciutti: resistenza specifica >150 N/mm².
- assorbimento: < 0.35%.
- determinazione del coefficiente di imbibizione: c < 0.008
- determinazione della porosità: < 1.075%
- determinazione peso specifico reale: $\rho_s = 2.70 \text{ g/cm}^3$.
- determinazione del peso volume: $\rho_v = 2.67 \text{ g/cm}^3$.
- resistenza all'usura per attrito radente: coefficiente di abrasione 0.60.
- gelività: **assolutamente non gelivo.**

Art. 1.9 - MATERIALI METALLICI

I materiali metallici da impiegare nei lavori dovranno corrispondere alle qualità, prescrizioni e prove, fissate dalle norme di unificazione UNI per i vari tipi di materiale, ferma restando l'applicazione del D.M. attualmente in vigore, relativo alle norme tecniche per le strutture metalliche, che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi.

I materiali dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciate paglie o qualsiasi altro difetto

apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

Per l'impiego nelle strutture in cemento armato gli acciai in barre tonde lisce dovranno corrispondere ai tipi Fe B 22 K e Fe B 32 K, così come definiti dal punto 2.5.1 della parte I del D.M. in vigore sulle Norme Tecniche C.A.O..

Gli acciai ad aderenza migliorata dovranno corrispondere ai tipi Fe B 38 K e Fe B 44 K di cui al punto 2.5.2 della parte I del D.M. in vigore sulle Norme Tecniche C.A.O..

Gli acciai per le armature di precompressione dovranno corrispondere alle prescrizioni di cui al punto 2 della parte II del D.M. in vigore sulle Norme Tecniche C.A.O..

Art. 1.10 - LEGNAMI

I legnami, di qualunque essenza, da impiegare in opera stabili o provvisori, dovranno appartenere alle migliori qualità della categoria prescritta e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati.

Art. 1.11 - ALTRI MATERIALI

Tubi di cemento

I tubi di cemento non potranno essere impiegati per il convogliamento di acque nere, anche se miste ad acque bianche.

I tubi di cemento dovranno essere formati con un impasto di conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, dosato a 350 Kg. di cemento per metro cubo di idoneo miscuglio secco di materia inerte.

I tubi dovranno essere ben stagionati, rettilinei, a sezione interna perfettamente circolare, di spessore uniforme e senza screpolature. Le superfici interne ed esterne dovranno essere perfettamente lisce.

Tutta la superficie di innesto dei tubi, sia nella parte a maschio che in quella a femmina, dovrà risultare perfettamente integra: la lunghezza dell'innesto dei tubi dovrà essere almeno uguale allo spessore dei tubi stessi.

La frattura dei tubi di cemento dovrà presentarsi compatta e senza soluzioni di continuità.

Il conglomerato dovrà essere così intimamente mescolato che gli elementi del ghiaietto o del pietrischetto dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Tubazioni in p.v.c.

I manufatti dovranno essere di tipo rigido (non plastificato) di serie SN4 (tipo 303/1) in barre di qualsiasi lunghezza con giunto a bicchiere ed anello di tenuta elastomerico e con marchio di conformità IIP.

Tali manufatti dovranno essere costruiti nel pieno del rispetto delle vigenti normative UNI EN 1401-1 per quanto riguarda i tipi, le dimensioni e le caratteristiche delle condotte e rispondenti alle norme 7448 per quanto riguarda i metodi di prova.

Non sono ammesse altre tipologie di condotte in P.V.C. non espressamente menzionate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto o nell'Elenco prezzi unitari.

Chiusini

I chiusini dovranno essere in ghisa sferoidale, circolare, secondo le norme UNI 4544 e rispondente alle indicazioni della norma UNI-EN 124 composto da telaio quadrato con guarnizione antirumore in poliestere e coperchio con dispositivo di blocco, luce netta cm 60, superficie metallica antisdrucchiolo, rivestito con vernice bituminosa e predisposti ad accogliere anello di rialzo, con adeguato carico di rottura in relazione alla posizione del manufatto nel contesto del tipo di traffico veicolare.

Condotti circolari prefabbricati in calcestruzzo

Saranno confezionati con alti dosaggi di cemento pozzolanico o ferrico e vibrati onde ottenere un peso specifico di almeno 2,40 Kg/dmc ed una resistenza alla rottura, per compressione del calcestruzzo, di almeno 300 Kg/cm² dopo 28 gg.

Dovranno risultare rettilinei, compatti, levigati, senza fessure e con sezione interna circolare che non presenti apprezzabili deformazioni in modo che in opera ogni condotto possa combaciare perfettamente con il seguente. La differenza fra due diametri ortogonali interni, misurati in corrispondenza del bicchiere, dovrà essere inferiore a 8 mm. Avranno base di appoggio piana e lunghezze di almeno ml. 2,00; dotati di incastro a bicchiere ed anello di tenuta idraulica.

Le tubazioni devono rispondere alle norme DIN 4032 e conformi ai requisiti previsti dalla IV classe di resistenza della normativa CTE/ICITE/CNR. I condotti dovranno resistere alle sollecitazioni trasmesse dai massimi carichi stradali, anche se posati ad una profondità dal piano stradale non superiore a ml. 0,50 (misurato dall'estradosso del manufatto).

La direzione Lavori potrà pertanto richiedere calcoli di progetto e prove di verifica, e che i condotti stessi siano dotati di armatura metallica.

E' richiesta per tali manufatti, come per i pozzetti di raccolta, la prova di assorbimento d'acqua, sia su manufatti già posati in opera sia prelevati a piè d'opera, secondo le modalità seguenti:

- ❖ si ricavano pezzi del manufatto con superficie minima di 3 dmq e si fanno essiccare in stufa a 105° per 8 ore, lasciandoli poi raffreddare fino a temperatura di 18° ed in ambiente secco;
- ❖ dopo una prima pesatura si immergono per 30 minuti in acqua a temperatura ambiente e quindi si pesano;
- ❖ l'assorbimento di acqua ricavato per differenza fra le due pesate non dovrà accedere il 3% del peso secco.

P A R T E II - MODALITA' DI ESECUZIONE E ORDINE DA TENERSI NELLO SVOLGIMENTO DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO

Art. 2.1 - OPERE PROVVISORIALI

Le armature, centine, puntellature, sbadacchiature, casseri, impalcature, ponteggi e tutte le opere provvisorie di qualunque genere, metalliche od in legname, comunque occorrenti per l'esecuzione di ogni altro genere di lavoro, dovranno essere realizzate in modo da impedire qualsiasi deformazione di esse o delle opere che debbono sostenere: l'esecuzione, gli spostamenti e lo smontaggio delle predette opere dovranno essere effettuati a cura e spese dell'Appaltatore.

Il dimensionamento ed il calcolo statico delle opere provvisorie dovranno risultare da apposito progetto da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore, che dovrà essere consegnato al Direttore dei Lavori prima della esecuzione.

L'Appaltatore, rimane il solo responsabile dei danni alle persone, alle cose, alle proprietà pubbliche e private ed ai lavori per mancanza od insufficienza delle opere provvisorie, alle quali dovrà provvedere di propria iniziativa ed adottando tutte le cautele necessarie.

Col procedere dei lavori l'Appaltatore potrà recuperare i materiali impiegati nelle opere provvisorie, procedendo, sotto la propria responsabilità, al loro disarmo con ogni accorgimento necessario ad evitare qualsiasi deformazione di esse o delle opere che hanno sostenuto.

Quei materiali che per qualunque causa o a giudizio del Direttore dei Lavori non potessero essere tolti d'opera senza menomare la buona riuscita dei lavori o che andassero comunque perduti, dovranno essere abbandonati senza che per questo, se non altrimenti disposto, spetti all'Appaltatore alcun compenso.

Art. 2.2 - MACCHINARI E MEZZI D'OPERA

Le stesse norme e responsabilità di cui al precedente articolo valgono per i macchinari, mezzi d'opera, attrezzi e simili, impiegati dall'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori, o comunque esistenti in cantiere.

Art. 2.3 - DEMOLIZIONI E RIMOZIONI

E' obbligo dell'Appaltatore accertare con ogni mezzo e con la massima cura, nel loro complesso e nei particolari, la struttura di ogni elemento da demolire, disfare o rimuovere, onde conoscerne con ogni competenza, la natura, lo stato di conservazione, le diverse tecniche costruttive, ecc., e da essere così in grado di affrontare, in ogni stadio dei lavori, tutte quelle evenienze che possono presentarsi nelle demolizioni, disfacimenti e rimozioni adottando di conseguenza e tempestivamente tutti i provvedimenti occorrenti per non alterare all'atto delle demolizioni, disfacimenti o rimozioni quelle particolari condizioni di equilibrio che presentassero le strutture, sia nel loro complesso che nei loro vari elementi.

Sulla base degli accertamenti suddetti, l'Appaltatore determinerà, a suo esclusivo giudizio, la tecnica più opportuna, i mezzi d'opera, i ponteggi e i puntellamenti, l'impiego di personale e la successione dei lavori; pertanto l'Appaltatore esonererà nel modo più ampio ed esplicito da ogni responsabilità civile e penale, conseguente e dipendente dalla esecuzione dei lavori di demolizione, disfacimento e rimozione, sia la Stazione appaltante che i propri organi di Direzione, assistenza e sorveglianza.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, per mancanza di puntellamenti o i altra precauzione, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno, a cura e spese dell'Appaltatore (senza alcun compenso) ricostruite le parti indebitamente demolite.

Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, trasportati, custoditi ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa, usando le cautele per non danneggiarli sia nel trasporto sia nel loro assestamento per evitarne la dispersione. Essi restano di proprietà della Stazione appaltante, mentre i materiali di scarto dovranno essere trasportati a rifiuto. Il materiale fresato proveniente dalla demolizione degli strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso rimarrà di proprietà dell'Amministrazione quando la D.L. non intenda disfarsene ai sensi dell'art. 183, lettera p), del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.; il materiale fresato, pertanto, verrà gestito come "sottoprodotto", o ceduto all'Appaltatore, che dovrà utilizzarlo conformemente alle prescrizioni della vigente normativa ambientale (D.Lgs. n. 152/2006).

Art. 2.4 - MISURE DI SICUREZZA E PROVVEDIMENTI DI VIABILITÀ CONSEGUENTI AI LAVORI

L'impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, a tutte le opere di difesa con sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori o dei guasti, in sede stradale, da attuarsi con cavalletti, fanali, nonché con in segnali prescritti dal nuovo Codice della Strada approvato con D.L.vo 30.4.92 n.285 come modificato dal D.L.vo 10.9.93 n.360 e dal relativo Regolamento di attuazione approvato dal D.P.R. 16.12.92 n.495.

Dovrà prima provvedere a tutte le opere provvisoriale necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'impresa, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione Lavori.

Nei casi di urgenza però, l'impresa ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione dei Lavori.

L'impresa non avrà mai diritto a compensi addizionali ai prezzi di contratto qualunque siano le condizioni effettive nelle quali debbano eseguirsi i lavori, né potrà far valere titolo di compenso od indennizzo per non concessa chiusura di una strada o tratto di strada al passaggio dei veicoli, restando riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di apprezzamento sulla necessità di chiusura.

Come pure nel caso che Province, Comuni ed altri Enti, a causa dell'aumentato transito in dipendenza dell'esecuzione dei lavori, dovessero richiedere contributi di manutenzione di strade di loro pertinenza, tali oneri saranno a carico dell'impresa.

Art. 2.5 - LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI

Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi di elenco, ma non specificati o descritti nei precedenti articoli, l'Impresa si atterrà alle migliori regole d'arte e si uniformerà a quelle speciali prescrizioni che le verranno impartite dalla Direzione Lavori.

Art. 2.6 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente, per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché, a giudizio della Direzione Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante.

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo la facoltà di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro, entro un congruo termine perentorio e di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione delle opere, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Nel caso che il lavoro ordinato non venga ultimato entro il termine assegnato, all'Impresa sarà applicata, per ogni giorno di ritardo, una penale pari a quella stabilita per la ritardata ultimazione dei lavori.

L'Impresa dovrà disporre i lavori in modo da non interrompere il pubblico transito che dovrà svolgersi in regime di sicurezza e dovrà essere guidato con opportuni segnalamenti diurni e notturni. Solamente in casi eccezionali ed unicamente ai fini della sicurezza del pubblico transito, la Stazione Appaltante potrà disporre la temporanea chiusura del transito, limitata comunque allo stretto necessario.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di aprire al transito la viabilità interessata dai lavori anche nel caso che non sia ancora stata eseguita la pavimentazione in conglomerato bituminoso, senza che ciò possa dar diritto all'Appaltatore di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi della fondazione e dello strato di base o delle riprese delle pavimentazioni, che si rendessero necessari in dipendenza solamente dei danni e dell'usura provocati dal transito veicolare e non da difetti strutturali ed esecutivi.

Art. 2.7 - RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE

L'Appaltatore è responsabile della perfetta rispondenza delle opere e parti di opere alle condizioni

contrattuali tutte, nonché alle disposizioni non opposte e contenute negli ordini di servizio, nelle istruzioni e nelle prescrizioni della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà demolire a proprie spese quanto eseguito in difformità delle prescrizioni di cui sopra e sarà tenuto al rifacimento a regola d'arte ed al risarcimento dei danni provocati. L'Appaltante potrà accettare tali opere; in tal caso esse saranno valutate tenendo conto dell'eventuale minor valore, restando obbligato l'Appaltatore a eseguire, senza corrispettivo alcuno, gli eventuali lavori accessori e complementari che gli fossero richiesti per l'accettazione delle opere suddette.

Gli eventuali maggiori costi delle opere eseguite in difformità delle prescrizioni contrattuali o comunque impartite, non saranno tenute in considerazione agli effetti della contabilizzazione.

L'Appaltatore non potrà mai opporre ad esonero o attenuazione delle proprie responsabilità la presenza nel cantiere del personale di direzione o di sorveglianza dell'Appaltante, l'approvazione di disegni e di calcoli, l'accettazione di materiali e di opere da parte del Direttore dei Lavori.

Art. 2.8 - LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA O NELL'INTERESSE DELL'APPALTATORE CIRCA L'ESECUZIONE DELLE OPERE

Qualora l'Appaltatore, nel proprio interesse o di sua iniziativa, anche senza l'opposizione dell'Appaltante o del Direttore dei Lavori, impiegasse materiali di dimensioni eccedenti quelle prescritte, o di lavorazione più accurata, o di maggior pregio rispetto a quanto previsto, e sempre che l'Appaltante accetti le opere così come eseguite, l'Appaltatore medesimo non avrà diritto ad alcun aumento di prezzo o comunque a compensi, quali che siano i vantaggi che possano derivare all'Appaltante, poiché i materiali e le lavorazioni suddette si considereranno come se fossero delle dimensioni, qualità e magistero stabiliti nel contratto.

Art. 2.9 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI LAVORI A MISURA

Le tavole e gli elaborati progettuali indicano nel dettaglio le caratteristiche e le quantità delle opere da realizzarsi nonché la loro ubicazione planoaltimetrica.

Tutte le quantità verranno controllate dalla Direzione Lavori in sede esecutiva per verificarne la corrispondenza con le dimensioni riportate sui disegni esecutivi.

Non sono ammesse variazioni introdotte dall'Impresa a qualsiasi titolo in modifica delle previsioni progettuali e di contratto.

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a misura o a peso, in relazione a quanto previsto nell'elenco descrittivo delle voci relative alle varie categorie di lavoro.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto o dalla D.L., all'atto esecutivo; se dalle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare dimensioni superiori, di questo non si terrà alcun conto salvo il diritto della Stazione Appaltante di pretendere il ridimensionamento delle opere secondo le prescrizioni date. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate e l'Impresa potrà essere chiamata a rifacimenti a tutto suo carico.

Le misure saranno prese in contraddittorio, mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori, e riportate sugli appositi libretti delle misure che saranno firmati dagli incaricati della D.L. e dell'Impresa.

In sede di controllo la Direzione Lavori disporrà tutti gli assaggi ritenuti necessari per accertare gli effettivi spessori medi dei vari strati costruttivi.

Per quanto riguarda il materiale fornito a piè d'opera il controllo sarà eseguito verificando il peso lordo dell'autocarro e la sua tara sulla pesa automatica o su altra pesa posta in luogo che sarà indicato dalla Direzione Lavori. Le spese di pesatura sono a carico dell'Appaltatore.

La misurazione degli scavi e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate.

A - SCAVI IN GENERE

Si valuterà il movimento di terra sulla base delle sezioni di consegna effettuate in contraddittorio con l'Impresa.

Gli scavi di fondazione saranno sempre valutati a pareti verticali, essendo compreso e compensato nel prezzo unitario di elenco ogni onere per qualunque armatura e puntellamento.

L'Impresa per propria comodità potrà, solo se preventivamente autorizzata dalla Direzione Lavori, eseguire detti scavi con pareti a scarpa; in tal caso non sarà compensato il maggiore scavo; inoltre l'Impresa ha l'onere del rinterro, con materiale adatto, dei vuoti rimasti attorno alla fondazione dell'opera. Se ordinato dalla Direzione Lavori, gli scavi saranno eseguiti, valutati o compensati con pareti a scarpa.

Scavi di sbancamento

Il volume dello scavo di sbancamento sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, che verranno rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore.

Nel caso in cui lo scavo di sbancamento (di larghezza superiore a ml. 3,00) sia effettuato per l'esecuzione di manufatti in c.a. la larghezza riconosciuta dello scavo è quella massima del manufatto da costruire aumentata, per ogni lato, di 1 (uno) metro.

Non sarà tenuto conto delle frane provocate da qualsiasi causa.

Il prezzo comprende inoltre l'onere per tagli di piante, estirpazione di ceppaie, raccolta e deviazione di acque di qualsiasi provenienza, creazione di piste di accesso.

Il materiale scavato sarà adoperato per i rinterri o portato rilevato nell'ambito del cantiere, compreso la stesa, la compattazione profilatura delle scarpate per le quantità necessarie, il resto verrà portato a discarica.

Scavi di fondazione (a sezione obbligata)

Il volume dello scavo verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate che verranno rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore.

La larghezza riconosciuta dello scavo per le opere di fognatura è quella massima del manufatto da costruire, stabilendo un minimo assoluto di ml 0,80.

Non sarà tenuto conto delle frane provocate da qualsiasi causa, che non fosse di forza maggiore riconosciuta. Per i manufatti con larghezza variabile verrà considerata ai fini del computo dello scavo, la massima proiezione del piano orizzontale.

Non saranno computati tutti i lavori occorrenti per rimuovere i materiali franati, l'eventuale loro trasporto ed il rinterro del maggior scavo con materiali adatti e, se occorre e a giudizio della D.L., con conglomerato di cemento.

Anche nel caso in cui gli scavi richiedano l'uso di attrezzature quali pannelloni metallici, palancole etc., i cui oneri risultano comunque già compresi nei prezzi d'elenco, verrà in ogni caso contabilizzata la larghezza massima del manufatto da costruire.

Nel caso dei prefabbricati per gli impianti di sollevamento la larghezza riconosciuta dello scavo è quella massima del manufatto da costruire aumentata per ogni lato di mezzo metro.

La larghezza riconosciuta dello scavo deve essere sempre intesa come "Larghezza Convenzionale" indipendentemente dalla larghezza effettiva che l'Impresa potrà eseguire in relazione al tipo di terreno, alle attrezzature disponibili e a tutto quanto dovrà comunque mettere in atto per la esecuzione delle opere a regola d'arte e per garantire l'incolumità degli operai.

Nel prezzo sono compresi inoltre:

- tagli di piante, estirpazione di ceppaie, radici, etc.;
- tagli e scavi con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte che bagnate, in presenza di acque di qualsiasi consistenza e natura;
- aggettamenti, con qualsiasi mezzo, raccolta e smaltimento di tutte le acque di qualsiasi provenienza;
- la creazione di piste o strade di servizio per eseguire i lavori;
- l'onere per deviazioni provvisorie, per la creazione di ture provvisionali, diaframmi, ecc.;
- il trasporto in discarica dei materiali non riutilizzabili o sistemabili in sito;
- il rinterro dello scavo dopo l'esecuzione delle opere con il materiale proveniente dallo scavo, per le parti che verranno ordinate dal D.L.
- La stesa, compattazione e la profilatura delle scarpate del materiale portato in rilevato nell'ambito del cantiere .

La ricavatura, spacciamatura e risagomatura di corsi d'acqua e fossi etc., verrà contabilizzata con il

corrispondente prezzo di elenco determinandosi il volume di scavo con il metodo delle sezioni ragguagliate.

B – RILEVATI E SOVRASTRUTTURE

Per i rilevati costituiti con materie provenienti dagli scavi o da cave di prestito, si valuterà il movimento di terra compreso tra i fili esterni di dette strutture, incluso il volume costituito dal rivestimento delle scarpate in terreno vegetale, in quanto onere dell'impresa, e avente come altezza le differenze fra il piano finito del rilevato stesso ed il piano di appoggio stesso sotto il carico del rilevato. La misurazione verrà pertanto effettuata ad assestamenti completamente avvenuti. A detti volumi si applicheranno i compensi previsti all'elenco prezzi.

Per i rilevati costituiti con materiali sabbiosi - limosi, provenienti da determinate cave di prestito, la valutazione del movimento di terra verrà effettuata come al punto precedente; a detto volume si applicherà il compenso previsto all'elenco prezzi per la formazione del rilevato con detto materiale.

Per i rilevati e per le sovrastrutture costituiti con materiale arido, si valuterà il quantitativo di materiale compreso fra i fili esterni di dette strutture ed avente come altezze le differenze tra i relativi piani finiti ed il piano di appoggio o di sottofondo; Anche in questo caso non si terrà conto dell'eventuale cedimento del piano d'appoggio o di sottofondo comunque determinatosi ed a qualsiasi causa imputabile.

Il materiale granulare per la costituzione dello strato di base potrà essere valutato come al punto precedente ed anche con misurazione su autocarri in arrivo; in questo caso le relative quantità saranno riportate su bollette di consegna controfirmate dagli incaricati della Direzione Lavori e dall'Appaltatore; nel prezzo relativo è compreso l'onere per il rivestimento di cui al punto precedente.

C – CONGLOMERATI CEMENTIZI ARMATI

I conglomerati per fondazioni, murature, volti, ecc. ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno pagati a metro cubo di conglomerato, escluso il ferro da impiegare per i cementi armati, che verrà pagato a parte a peso, e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile o preventivamente ordinata dalla D.L., dipendente dalla forma degli scavi aperti e da modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore o al più uguale a cm. 10.

Nei prezzi dei conglomerati e cementi armati, sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del conglomerato, le armature in legno e di pannelli in ferro di ogni sorta, grandi e piccole, i palchi provvisori di servizio, i ponteggi, ecc..., l'innalzamento dei materiali e quant'altro occorrente per dare l'opera finita a regola d'arte.

Nei prezzi sono altresì comprese le eventuali spese che derivassero dall'Appaltatore dalla esecuzione di prove preventive di controllo per l'accertamento delle qualità delle materie prime e delle caratteristiche fisico - meccaniche del conglomerato confezionato.

D – ACCIAI PER OPERE IN C.A.

Il peso dell'acciaio tondo liscio o ad aderenza migliorata per l'armatura del conglomerato, verrà determinato mediante peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non ordinate. Il peso dell'acciaio verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature ed uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle unificate U.N.I. o per quello determinato con pesatura diretta.

Col prezzo fissato, l'acciaio sarà fornito e dato in opera nelle casseforme dopo avere subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione Lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

E – MANUFATTI IN FERRO – PARAPETTI IN FERRO TUBOLARE

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi applicati al peso

effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I.. I prezzi comprendono pure la posa in opera, l'esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione e la verniciatura a quattro mani, di cui le prime due di antiruggine e le due successive di biacca ad olio, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

F – TUBI IN CEMENTO

I tubi in cemento saranno pagati a metro lineare e nel prezzo di elenco sarà incluso lo scavo, il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfiacco quale indicato nei disegni tipo.

G – STRATI DI COLLEGAMENTO E DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

I conglomerati bituminosi, siano essi formati per lo strato di base, collegamento (Binder) o per il tappeto di usura, verranno valutati con misurazione su autocarro in arrivo e le relative quantità saranno riportate su bollette di consegna controfirmate dalla D.L. e dall'Appaltatore.

In tali prezzi sono compresi tutti gli oneri per la fornitura del materiale bituminoso composto secondo le formule prescritte dalla D.L., la fornitura e la stesa del legante per ancoraggio quando prescritto, il nolo dei macchinari per il trasporto, la stesa ed il costipamento, la mano d'opera, l'attrezzatura e quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

H - FOGNATURE IN P.V.C.

I condotti di fognatura in P.V.C. verranno pagati per la loro lunghezza andante, senza detrarre gli ingombri dei pozzetti di ispezione quando il condotto di fognatura ha la sua continuità in corrispondenza del pozzetto.

Nel prezzo sono comprese le seguenti categorie di lavoro:

- fornitura e posa in opera dei manufatti prefabbricati;
- la sabbia di sottofondo, rinfiacco e copertura secondo gli spessori di progetto;
- le guarnizioni in gomma per l'assemblaggio dei manufatti stessi;
- i pezzi speciali che si rendessero necessari;
- il lamierino per l'esecuzione dei tratti in curva;
- la sagomatura del fondo del pozzetto d'ispezione, quando è prevista la posa del mezzo tubo.

I - POZZETTI D'ISPEZIONE - CHIUSINI.

I pozzetti di ispezione delle varie dimensioni previste in progetto, saranno contabilizzati a ml di altezza, precisando che le misurazioni avranno come estremi da una parte il piano individuato alla base d'appoggio del chiusino in ghisa o l'estradosso della soletta di riduzione, dall'altra la quota della tubazione in uscita dal manufatto.

Il prezzo comprende :

- il maggiore scavo e riempimento con materiale arido (sabbia e misto granulometrico arido di cava) fino al piano di posa del conglomerato bituminoso (binder), se eseguito su strada, con terreno proveniente dagli scavi se eseguito in campagna, rispetto alla sezione di scavo delle fognature;
- le eventuali giunture-sigillature in malta antiritiro o l'incollaggio con colle epossidiche;
- la platea di appoggio del pozzetto in calcestruzzo dello spessore minimo di cm 15;
- l'onere per l'innesto nel pozzetto stesso di tutti i condotti in arrivo e partenza previsti dal progetto;
- la verniciatura con prodotti epossicatramosi per gli spessori di progetto;
- tutta l'armatura in ferro necessaria a far fronte ai carichi e sovraccarichi di esercizio;
- la eventuale sagomatura del fondo dei pozzetti di ispezione, quando è previsto il mezzotubo.

I chiusini saranno contabilizzati a numero precisando che il prezzo di elenco comprende oltreché la fornitura e posa in opera del chiusini anche l'esecuzione se necessario dell'anello di cls circostante, o l'esecuzione completa della soletta di riduzione in C.A., nonché i conseguenti allettamenti o sigillature in malta cementizia.

L - Lastricati, pavimenti in blocchetti di porfido, pietra di luserna ect

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera.

A) PIASTRELLE A SPACCO REGOLARE

La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco. Lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Maggiori o minori spessori (1-3 o 5-8) potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. E' consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di non più di 1 cm.

Le coste dovranno essere ortogonali al pino o in leggera sottosquadra.

Le larghezze di normale lavorazione sono: cm 10-15-20-25-30-35-40 e su richiesta altre misure.

Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze.

Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 mq. sarà compreso fra i 90/110 kg

B) PIASTRELLE FRESATE

La superficie dovrà essere naturale o di cava, lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Le coste saranno fresate. Spessori diversi potranno essere richiesti per impieghi particolari. Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da 20 cm a cm 50. Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse. Il peso di 1 mq. sarà compreso fra i 90/110 kg.

C) PIASTRELLE SEMILUCIDATE CON COSTE FRESATE

La superficie dovrà essere semilucidata (al 60/70% piano lucido, al 30/40% pino cava, circa).

Le coste saranno fresate; lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm. Le piastrelle semilucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse.

Il peso di 1 mq. sarà compreso fra i 90/110 kg.

D) PIASTRELLE LUCIDATE CON COSTE FRESATE

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva lucidatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle lucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm 20 a cm 50. Le lunghezze sono "a correre" o in misura fissa.

Il peso sarà di circa 50 kg. a mq.

E) PIASTRELLE FIAMMATE CON COSTE FRESATE

La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva fiammatura. Le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm (spessori maggiori su richiesta). Le piastrelle fiammate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti. Le coste dovranno essere ortogonali al piano.

Le larghezze di normale lavorazione sono da cm.20 a cm.50. Le lunghezze sono "a correre" o in misura fissa.

Il peso sarà circa di 50kg. a mq.

Le piastrelle saranno fornite su palette.

F) PAVIMENTI IN CUBETTI DI PORFIDO

Dovranno soddisfare alle norme per l'accettazione dei cubetti in pietra per pavimentazioni stradali di cui Fascicolo n°5 del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.

I cubetti di porfido di dimensioni indicati nell'elenco descrittivo voci, dovranno provenire da pietra a buona

frattura, talchè, non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce, e dovranno arrivare al cantiere di lavoro preventivamente calibrati secondo le prescritte dimensioni.

Saranno rifiutati e subito fatti allontanare dal lavoro tutti i cubetti che presentino in uno dei loro latidimensioni minori o maggiori di quelle prescritte ovvero presentino gobbe o rientranze sulle facce eccedenti l'altezza di mm.5 in più o meno. La verifica potrà essere fatta dalla direzione dei lavori anche in cava.

I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti ed in modo che l'incontro dei cubetti di un arco con quello di un altro avvenga sempre ad angolo retto. Saranno impiantati su letto di sabbia dello spessore di cm.8 a grana grossa e scevra di ogni materia eterogenea, letto interposto fra la pavimentazione superficiale ed il sottofondo, costituito da macadam all'acqua, cilindrato a fondo con il tipo di cilindatura chiusa, ovvero da uno strato di calcestruzzo cementizio secondo quanto sarà ordinato.

I cubetti saranno disposti in opera così da risultare, a contatto prima di qualsiasi battitura.

Dopo tre battiture eseguite sulla linea con un numero di operai pari alla larghezza della pavimentazione espressa in metri divisa per 0,80 e che lavorino tutti contemporaneamente ed a tempo con mazzapicchio del peso di 25-30kg. e con la faccia di battitura ad un dipresso uguale alla superficie del cubetto le connessioni tra cubetto e cubetto non dovranno avere in nessun punto la larghezza superiore a 10mm.

Verrà poi steso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare, e quindi darà aperto il transito.

G) POSA IN OPERA DI PIASTRELLE REGOLARI

Le piastrelle verranno poste in opera su un sottofondo che sarà quasi esclusivamente in calcestruzzo e che sarà più basso del livello della superficie finita di almeno 10cm. Sarà necessario infatti che la piastrella di spessore variante tra i 2 e i 5cm. Poggi su un letto di malta cementizia per almeno 4-5cm. La malta dovrà essere un impasto di sabbia con cemento normali di tipo 325. Il cemento andrà dosato per quintali 2,5 per mq. Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra circa 1cm. e ciò per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia.

H) LASTRE IRREGOLARI (OPUS INCERTUM)

Per tutti i tipi e le lavorazioni la roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera.

Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni regolari.

Le lastre vengono distinte :

a) *tipo normale*: la diagonale minima media dovrà essere di cm 20. Sarà tollerata la percentuale di scarto, dovuto alle operazioni di carico, scarico e avvicinamento a piè d'opera. Lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 5 cm. Il peso di 1 mq. sarà di circa 85 kg.

b) *tipo sottile*: la diagonale media dovrà essere di 20 cm. Lo spessore potrà variare da 1 a cm 3. Il peso di 1 mq. sarà di circa 60 kg.

c) *tipo gigante*: per pavimentazioni normali oppure per posa in terra a giunti larghi. La diagonale minima media dovrà essere di 40cm. Lo spessore potrà variare da 3 a 7 cm. Il peso di 1 mq. sarà di circa 100kg

d) *tipo gigante sottile*: la diagonale minima media dovrà essere di cm 40. Lo spessore potrà variare da 1 a 4 cm. Il peso di 1 mq. sarà di circa 70-80kg.

Le lastre normali potranno essere fornite sfuse, tutte le altre su palette.

I) POSA IN OPERA DI LASTRE IRREGOLARI AD OPERA INCERTA

La posa sarà effettuata con gli stessi criteri e lo stesso sistema descritto più sopra, tenendo però conto che i bordi irregolari delle lastre non consentono una posa ravvicinata dei singoli elementi.

L) CORDOLI

Per contenimento e delimitazione delle pavimentazioni. La faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava. Le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra.

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire – ove necessario – lo scavo per la ricezione dei cordoli ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i cordoli in modo da risultare leggermente incastrati. In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e alla stilatura dei giunti con boiaccia cementizia molto grasso e tirato a cazzuola.

CAPO A - SCAVI, RILEVATI, FONDAZIONI E PAVIMENTAZIONI STRADALI

Art. A.1 - SCAVI – RILEVATI - RINTERRI

L'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sua cura e spese la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino precisamente indicate sul terreno le opere da eseguire.

L'Appaltatore dovrà altresì sistemare le modine necessarie a determinare l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati.

L'asse della strada seguirà l'andamento plano-altimetrico di progetto, fatta comunque eccezione per le variazioni che all'atto esecutivo venissero disposte dalla Direzione Lavori.

Scavi in genere

Nell'esecuzione di qualsiasi categoria di scavo, sia per l'apertura di sedi stradali e fossi che per l'impianto di opere murarie, l'Appaltatore dovrà procedere con tutte le necessarie cautele e con il rispetto delle norme di cui agli artt. da 12 a 15 del D.P.R. 7.1.1956 n. 164.

Per gli scavi in sotterraneo dovranno essere rispettate anche le norme del D.P.R. 20.3.1956 n. 320.

E' rigorosamente e tassativamente vietato eseguire gli scavi con sistemi che possano provocare il franamento o lo scoscendimento delle materie da scavare.

Nell'esecuzione degli scavi dovranno essere attuate tutte le cautele atte a prevenire ed evitare scoscendimenti e frane.

L'Appaltatore sarà responsabile di ogni danno alle persone, alle cose ed alle opere in dipendenza di franamenti e scoscendimenti anche se avvenuti nonostante le precauzioni adottate, e dovrà provvedere a sua cura e spese alla rimozione e all'allontanamento dal cantiere delle materie franate, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni.

Tutti gli scavi dovranno essere eseguiti in conformità alle indicazioni dei disegni ed alle prescrizioni della D.L..

Le superfici dei tagli dovranno essere spianate e gli spigoli dovranno essere profilati.

Rimane a carico dell'Appaltatore il riempimento con pietre o con muratura o con terra pilonata (secondo quanto disporrà il Direttore dei Lavori) delle parti di scavo che risultassero eseguite in eccedenza agli ordini ricevuti, senza che ciò dia diritto ad alcun compenso nè per lo scavo nè per il riempimento.

Le materie provenienti dagli scavi non potranno essere impiegate per la formazione di riporti ove la D.L. non le giudicasse adatte; tali materie, e quelle che comunque non trovassero impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto ai pubblici scarichi, oppure su aree che l'Appaltatore ha obbligo di procurarsi a sua cura e spese.

Se l'area di cantiere disponibile si dimostrasse insufficiente per il temporaneo deposito delle materie da reimpiegare, l'Appaltatore dovrà procurarsi a sua cura e spese le aree maggiori occorrenti. In ogni caso le materie depositate non dovranno arrecare danno ai lavori e alle proprietà pubbliche o private, nè dovranno essere di ostacolo al libero deflusso delle acque superficiali.

Le materie depositate in contrasto con le precedenti disposizioni saranno fatte asportare dalla D.L. completamente a spese dell'Appaltatore, restando questi responsabile degli eventuali danni arrecati.

Gli oneri della rimozione delle materie da reimpiegare e del doppio trasporto restano comunque a completo carico dell'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad ogni opera occorrente per la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali di qualsiasi natura e provenienza, onde evitare che si riversino nei cavi o che arrechino comunque danni agli scavi ed ai movimenti di materie in genere.

L'uso degli esplosivi nell'esecuzione degli scavi di sbancamento e di fondazione, è di norma vietato; qualora venisse consentito dalla D.L., l'Appaltatore sarà tenuto ad osservare le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore, ottenendo, a sua cura e spese, le autorizzazioni da parte delle Autorità competenti a rilasciarle. L'Appaltatore sarà obbligato ad adottare tutte le precauzioni prescritte dalla Legge o suggerite dall'esperienza e dalle particolari condizioni in cui si svolge il lavoro, così da evitare danni alle persone ed alle cose, restando l'unico responsabile per ogni danno che dovesse verificarsi anche senza sua colpa o negligenza.

Qualora per l'incoerenza delle materie, oppure per la profondità e l'altezza degli scavi, o quando lo scavo debba essere effettuato al di sotto dell'acqua sorgiva od in qualunque modo sia soggetto a riempirsi d'acqua, ed ogni volta che occorra, gli scavi, sia di sbancamento che di fondazione, dovranno essere, a

cura e spese dell'Impresa, solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo le persone e le cose e da impedire smottamenti di materie durante e dopo l'esecuzione degli scavi.

Qualora necessaria, la sbadacchiatura dovrà essere eseguita a cassa chiusa così da raggiungere completamente lo scopo cui è destinata e da proteggere l'opera da eseguire entro lo scavo da infiltrazioni di materie di qualsiasi genere.

Saranno pure a carico dell'Impresa tutti gli oneri per l'aggottamento delle acque anche con l'impiego di pompe di qualsiasi tipo onde mantenere gli scavi all'asciutto e poter consentire lo sviluppo delle opere a regola d'arte ed il rinterro delle murature.

Con l'espressione **scavi di sbancamento** si intende indicare quelli praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale ed aperti lateralmente almeno per una parte.

Con l'espressione **scavi di fondazione** si intende indicare quelli che risultano al di sotto del piano di sbancamento, chiusi fra pareti verticali, qualunque sia la natura e qualità del terreno. Gli scavi di fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità indicata dalla D.L. all'Appaltatore all'atto della loro esecuzione in relazione alla accertata qualità e consistenza del terreno nel sottosuolo.

Le profondità indicate nei disegni di progetto sono di semplice avviso, riservandosi la Stazione appaltante piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o avanzare domande di speciali compensi.

I piani di posa delle fondazioni dovranno essere generalmente orizzontali; per opere che cadessero sopra falde inclinate saranno invece disposte a gradoni, così come disporrà la D.L..

L'Appaltatore non potrà mai accampare pretese e diritti o compensi per eventuali ritardi o sospensioni o di lavori che si rendessero necessari per eseguire accertamenti, saggi, trivellazioni, prove di carico, ecc. ed eventualmente per completare il progetto delle opere di fondazione, restando convenuto che tali sospensioni rientrino tra quelle previste nel secondo comma dell'art. 24 del Capitolato Generale d'appalto dei lavori pubblici.

Con i prezzi d'elenco relativi agli scavi si intende compensato ogni onere per:

- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici;
- il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo, qualunque siano la profondità o l'altezza, la larghezza, la forma e la superficie, delle materie di ogni consistenza (asciutte, bagnate, o in presenza d'acqua); la spaccatura di massi, trovanti e murature o di altro materiale che si trovasse in qualunque misura negli scavi;
- l'aggottamento delle acque con qualsiasi sistema e mezzo; la deviazione ed il convogliamento delle acque superficiali;
- la regolarizzazione, la profilatura e l'incigliatura delle scarpate e delle pareti; lo spianamento del fondo, la formazione di gradoni;
- i movimenti verticali ed orizzontali, con i mezzi che l'Appaltatore riterrà più opportuni e di sua convenienza, delle materie scavate; il carico, il trasporto e lo scatico a rifiuto, a rinterro, a rilevato, a formazione di banchine, a rivestimento di scarpate o in deposito delle materie stesse e la loro sistemazione, qualunque sia la distanza e l'altezza cui dovranno essere trasportate;
- ogni indennità di passaggio, di deposito temporaneo e permanente, le rampe per l'accesso e per l'uscita dei veicoli e dei macchinari;
- le puntellature, le sbadacchiature, e l'armatura delle pareti tagliate e la loro eventuale perdita parziale o totale;
- i provvedimenti per prevenire ed impedire scoscendimenti; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;
- l'isolamento e tutte le opere necessarie per il sostegno, la conservazione ed il rispetto delle condutture di ogni genere che dagli scavi venissero messe in luce.

Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualsiasi opera di rinterro dovranno essere impiegate, di regola, le materie provenienti dagli scavi se ritenute idonee dalla D.L.; qualora venissero a mancare in tutto o in parte le materie per la formazione dei rilevati o per i rinterri in genere, l'Appaltatore dovrà provvedere alle materie necessarie prelevandole ovunque crederà opportuno, purché le materie stesse siano riconosciute idonee dalla D.L..

Se non specificatamente previsto all'elenco prezzi, nessun compenso spetterà all'Appaltatore per la fornitura totale e parziale da cave di prestito delle materie occorrenti per la formazione dei rilevati o dei rinterri in genere.

I rilevati dovranno essere eseguiti a strati orizzontali dell'altezza massima di 30 cm. in soffice, estesi a tutta l'ampiezza dei rilevati stessi, rompendo le eventuali zolle di terra ed espurgandola da erbe, canne, radice, ecc., bagnando, e assodando e pilonando, usando una particolare diligenza nelle parti addossati alle murature.

Il suolo sul quale dovranno essere formati i rilevati dovrà essere convenientemente preparato estirpando le piante ed i cespugli, spogliandolo da erbe e radici ed effettuando il taglio d'imposta non inferiore a 20 cm..

Qualora i rilevati insistano sopra terreni a declivio trasversale superiore a 15%, dovrà essere ritagliato il terreno stesso a gradoni orizzontali con leggera contropendenza, per impedire lo scorrimento delle materie di riporto.

Nei casi in cui il rilevato fosse composto di materie ghiaiose, o sabbiose, o sabbiose-limose, le sue scarpate dovranno essere rivestite con uno strato di terra vegetale dello spessore di 75 cm.

Per la formazione dei rilevati in genere verranno fissati in elenco i prezzi relativi, a compenso di tutti gli oneri conseguenti la costruzione del rilevato stesso:

⑥① per i rilevati costituiti con materiali provenienti dagli scavi o da cave di prestito aperte a cura e spese dell'Impresa (a meno che all'elenco prezzi non sia previsto uno speciale compenso), il prezzo relativo sarà a compenso dei seguenti oneri:

- il taglio di piante ed alberi, l'estirpazione di ceppaie e radici ed il successivo tamponamento dei cavi;
- il dissodamento e la regolarizzazione del suolo e l'eventuale formazione di gradoni;
- il costipamento del terreno di appoggio con idonei mezzi meccanici in relazione alla natura del terreno stesso ed all'altezza del rilevato e della sovrastruttura; l'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; ne caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà lasciare asciugare all'aria previa disgregazione. Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in Laboratorio, si dovrà provvedere a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento;
- l'allontanamento dal cantiere di tutte le materie di risulta conseguenti le precedenti operazioni preliminari;
- la formazione del rilevato a strati orizzontali dello spessore in soffice non superiore a cm. 30 ed il costipamento meccanico degli strati stessi con mezzi adeguati, in modo da raggiungere i gradi di costipamento previsti;
- la regolarizzazione, la profilatura e l'incigliatura delle scarpate e l'inerbimento delle stesse con idonea seminazione;
- ogni indennità di cava, di passaggio, di deposito permanente o temporaneo; l'apertura di strade di servizio su aree sia private che pubbliche;
- le eventuali sospensioni o comunque gli oneri connessi all'accertamento della presenza di eventuali ordigni bellici nelle aree interessate, siano esse quelle di cava che di imposta dei rilevati stessi;

– tutti i mezzi d'opera necessari sia per la preparazione del fondo che per la costituzione del rilevato a regola d'arte quali apripista, livellatrici, pale, autobotti, rulli gommati, rulli a punte, rulli lisci vibranti e statici, ecc..;

– i provvedimenti per impedire e prevenire scoscendimenti; allo sgombero delle materie franate ed al ripristino delle sezioni originarie dovrà provvedere l'Appaltatore a sue spese;

– gli assestamenti e i cedimenti del terreno d'appoggio del rilevato stesso, di qualunque entità essi siano, ed i necessari ricarichi conseguenti agli assestamenti e cedimenti medesimi; a tale riguardo è fatto obbligo all'Appaltatore, restando escluso qualsiasi ulteriore compenso, di eseguire e perfezionare i rilevati portando dapprima l'altezza di essi ad un livello alquanto maggiore di quello indicato nei profili, tenendo conto del calo prevedibile a cui le materie stesse possono andare soggette ed assegnando ai medesimi una larghezza maggiore rispetto a quella che dovranno avere a lavoro finito, ritagliandone quindi le scarpe e profilando i lembi dopo che le materie si saranno sufficientemente rassodate ed in modo che i rilevati abbiano all'atto del collaudo dimensioni non inferiori a quelle ordinate;

– le prove in sito e gli esami di laboratorio atti ad accertare la natura e le capacità portanti del terreno d'appoggio e lo studio dei cedimenti nel tempo al fine di poter prevedere con attendibilità l'assestamento del rilevato e di poter assegnare le maggiori dimensioni di cui al punto precedente ed eventualmente di adottare tutti i provvedimenti esecutivi atti a garantire la buona riuscita dei lavori;

– le prove in sito e di laboratorio per accertare il grado di addensamento delle materie costituenti il rilevato stesso;

– la posa in opera di piastre con traguardi, nel numero e nella posizione che verranno fissati dalla D.L., per controllare il progredire degli eventuali cedimenti del piano d'appoggio e l'assestamento del rilevato;

– le eventuali sospensioni o soste di lavorazione per conseguire il completo assestamento del rilevato per periodi anche prolungati ed eccedenti i limiti previsti dalle norme vigenti, senza che l'Appaltatore possa trarne motivo per chiedere compensi o indennizzi di sorta;

– saranno invece compensati a parte, con il prezzo per scavo di sbancamento, lo scoticamento del suolo fino alla profondità stabilita dalla D.L., nonché le eventuali gradonature se ordinate per un efficiente ancoraggio dei rilevati.

Ⓕ ① per i rilevati costituiti con materiali ghiaiosi, sabbiosi o sabbiosi-limosi il prezzo relativo compenserà oltre a tutti gli oneri di cui al punto a) anche i seguenti:

– la fornitura del materiale delle caratteristiche previste;

– le indennità di cava;

– gli impianti di escavazione, il caricamento sui mezzi di trasporto, i trasporti a qualsiasi distanza su strade di qualunque natura, accessibilità e percorribilità (anche private e campestri);

– la costruzione di vie d'accesso, di rampe, di piazzole di scambio con relativi interventi manutentori;

– le prove di laboratorio per accertare le caratteristiche delle terre secondo la Norma UNI 10006;

– il rivestimento del rilevato o della fondazione stradale con uno strato di terreno vegetale dello spessore di cm. 75 debitamente sistemato, costipato e profilato;

– l'inerbimento delle scarpate con seminagione anche ripetuta. Saranno compensati a parte lo scoticamento del suolo e le eventuali gradonature, come al precedente punto a).

Ⓖ ① per i rilevati costituiti come ai precedenti punti a), b) i materiali da impiegare dovranno quanto meno avere le caratteristiche delle terre di cui al gruppo. A₂₋₄ con IG=0 secondo la classificazione della norma UNI 10006.

Per i rilevati da addossare a strutture murarie, in particolare a spalle di ponti e viadotti, sarà a carico dell'Impresa anche l'onere del precarico del terreno di imposta dell'opera muraria; spetterà quindi all'Impresa il compenso per il maggior rilevato da effettuarsi con le dimensioni richieste per il precarico per il terreno d'imposta delle strutture murarie.

Nel caso, invece, in cui sia prevista in progetto la costituzione di fornicelli nel corpo di rilevati per rampe d'accesso a manufatti, l'Appaltatore dovrà operare nel modo seguente:

- ❖ costruzione dell'intero rilevato;
- ❖ taglio del rilevato, ad assestamento del terreno d'appoggio completamente avvenuto per l'impostazione dei fornicelli;
- ❖ costruzione dei fornicelli;
- ❖ rinterro dei medesimi.

All'Appaltatore faranno carico tutti gli oneri conseguenti le varie operazioni esecutive e non gli spetterà se non la corresponsione, ai prezzi d'elenco, del costo del rilevato da valutarsi a "vuoto per pieno" cioè senza detrazione dei vani occupati dai fornicelli.

Art. A.2 - SOVRASTRUTTURA STRADALE

La sovrastruttura stradale comprende gli strati della fondazione e gli strati della pavimentazione. Sulla base dei calcoli strutturali effettuati dal Progettista, lo strato di fondazione, realizzato con materiale legato con emulsione bituminosa modificata o con bitume schiumato, potrà sostituire lo strato di base in conglomerato bituminoso prodotto a caldo in impianto. I materiali utilizzati dovranno essere sottoposti ad un controllo prestazionale delle caratteristiche.

Per le sedi unidirezionali delle carreggiate, nei tratti in rettilineo, ed anche per le banchine, si adotterà, in termini generali, una pendenza trasversale del 2,5%.

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

Le quote stabilite in progetto potranno essere comunque modificate dalla Direzione Lavori sulla base delle misurazioni e delle valutazioni effettuate in fase esecutiva.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto dal progetto, in base ai risultati di indagini geotecniche e prove di laboratorio preliminari e in fase di intervento.

L'Impresa indicherà alla Direzione Lavori le caratteristiche dei materiali e la loro provenienza nonché le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli delle presenti Prescrizioni tecniche.

La Direzione Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, per il controllo delle caratteristiche richieste. Tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere fissi, mobili o nelle sedi di laboratori sopraddetti.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni dovranno, in generale, rispondere a quanto stabilito in norme o regolamenti ufficiali in vigore in materia di costruzioni ed, in ogni caso, prima della loro posa in opera, dovranno essere riconosciuti come idonei dalla Direzione Lavori. Nonostante ciò, l'impresa rimane *in toto* responsabile della buona riuscita delle opere, infatti, l'approvazione della Direzione Lavori circa i materiali, le attrezzature, le tecnologie di produzione e messa in opera, non solleva l'Impresa dalla responsabilità circa la buona riuscita del lavoro.

L'Impresa avrà cura di garantire la costanza, nell'omogeneità e nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura posta in opera.

PREMESSA

Le presenti norme tecniche sono state predisposte per indagare prevalentemente le caratteristiche prestazionali dei materiali costituenti il pacchetto stradale, ovvero quelle caratteristiche che sono direttamente responsabili del comportamento atteso della pavimentazione in opera. Tutti i materiali di impiego dovranno essere conformi alle vigenti normative in tema di costruzioni di strade nonché di marcatura CE secondo le norme europee armonizzate.

Per i conglomerati bituminosi, si auspica la produzione di marchi CE in conformità con l'approccio

fondamentale piuttosto che con quello empirico poiché meglio identifica le proprietà dei materiali basandosi sulle loro prestazioni.

La DL ha, comunque, facoltà di richiedere l'integrazione degli studi delle miscele proposti con prove prestazionali; ciò, da un lato ha lo scopo di comprendere compiutamente la risposta dei materiali alle sollecitazioni di tipo dinamico simili a quelle a cui sono sottoposti in opera, e, dall'altro, di assecondare la disposizione delle norme europee armonizzate che prescrivono il favoreggiamento di un maggior uso di tali requisiti.

Particolare attenzione sarà posta dalla DL agli studi di mix design proposti dalle Imprese i cui requisiti dichiarati saranno strettamente controllati e verificati sia per quanto concerne i valori compositivi sia per le caratteristiche meccaniche.

Art. A.3 - STRATI DI FONDAZIONE E STRATI DI SOTTOBASE

Nella tabella seguente sono riportati i materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale specificati nelle presenti Norme tecniche:

TIPOLOGIE DEI MATERIALI UTILIZZATI PER LA FONDAZIONE STRADALE		
DESCRIZIONE	TIPO	MATERIALI
MISTO GRANULARE	NON LEGATA	Aggregati lapidei naturali e riciclati
MISTO CEMENTATO	LEGATA	Aggregati lapidei naturali con leganti cementizi
CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA	LEGATO LEGATA	Conglomerato bituminoso fresato, emulsione di bitume modificato e cemento

I materiali utilizzati per la formazione della fondazione stradale dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalla Norme armonizzata UNI EN 13242: "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

I materiali riciclati dalle demolizioni dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Decreto Ministeriale (Ambiente) 8 maggio 2003, n° 203 (Utilizzo di materiale riciclato);
- Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998, n° 22 (Procedure di recupero dei rifiuti non pericolosi).

L'Impresa è tenuta a presentare studio della miscela che intende utilizzare con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione. Lo studio dovrà almeno contenere indicazioni relativamente a:

- ❖ curva di costipamento del materiale;
- ❖ attestazione di conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione (89/106 – CEE) secondo il sistema vigente;
- ❖ descrizione del metodo di lavorazione delle miscele;
- ❖ fonti di approvvigionamento dei materiali;
- ❖ valori caratteristici di resistenza delle miscele prodotte come richiesto dalle presenti Norme Tecniche.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati ottenuti ed ha facoltà di richiedere all'Impresa ulteriori analisi sulle miscele e sui materiali presso un proprio laboratorio incaricato.

L'Impresa dovrà attenersi scrupolosamente allo studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati NEGLI STRATI DI FONDAZIONE LEGATA E NON, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade".

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 "Metodi di campionamento degli aggregati".

Art. A.4 - MISTO GRANULARE

DESCRIZIONE

Il misto granulare è costituito da una miscela di aggregati di origine naturale, artificiale o provenienti da materiale riciclato proporzionata in modo tale da rientrare in uno specifico fuso granulometrico. Lo strato di misto granulare, che non prevede l'aggiunta di leganti, deve la propria compattezza e omogeneità alla stabilizzazione naturale prodotta dalle sole caratteristiche granulometriche e dovrà essere conforme alla norma UNI EN 13285 "Miscele non legate - specifiche".

MATERIALI COSTITUENTI

AGGREGATI

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

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Dimensione massima	UNI EN 933-1		D_{max}	m m	≤40
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1		G_C	%	-
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2		LA	%	≤30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1		F	%	≤1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5		C	%	≥70
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3		FI	%	≤35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4		SI	%	≤35
Equivalenti in sabbia	UNI EN 933-8		ES	%	≥50
Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12		W_L	%	≤15
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		I_p	%	N.P.
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3				ASSENTI
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1				ASSENTI

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto granulare non legato per lo strato di fondazione dovrà avere le caratteristiche granulometriche conformi ai requisiti definiti nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Designazione della miscela	UNI EN 13285	-	-	-	0/40
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 13285		UF	%	≤ 5
Contenuto minimo dei fini	UNI EN 13285		LF	%	≥ 2
Sopravaglio	UNI EN 13285		OC	%	da 85 a 99
Classificazione granulometrica	UNI EN 13285		G_0	-	-

La composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 13285 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, dovrà essere compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente

tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
40	100
31,5	85 - 99
16	50 - 78
8	31 - 60
4	18 - 46
2	10 - 35
1	6 - 26
0,5	4 - 20
0,063	2 - 5

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

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

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

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	<input type="checkbox"/> 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	<input type="checkbox"/> 2%

Il misto granulare non legato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di addensamento e di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISCELA PER IL MISTO GRANULARE NON LEGATO)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 – EN 13286-2	UNI	-	%	> 95
Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm ²)	CNR 146		M _E	MPa	> 80

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che s stanno ottenendo.

POSA IN OPERA DEL MATERIALE

Il materiale Misto granulare non legato per l'esecuzione della fondazione stradale dovrà essere messo in opera a strati di spessore uniforme e non superiore a cm 25. Ogni strato dovrà essere costipato alla densità prevista e, qualora necessiti, l'Impresa dovrà aggiungere acqua, mediante spruzzatura, fino al raggiungimento della quantità prescritta in funzione del massimo addensamento.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alle pendenze finali così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza l'approvazione della Direzione Lavori.

Lo spessore dovrà essere quello previsto dal Progettista o dal Direttore Lavori, con una tolleranza di $\pm 5\%$, purché tale tolleranza si presenti solo saltuariamente.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm. La verifica sarà effettuata mediante l'utilizzo di un'asta con lunghezza di m 4,00 posizionato secondo due direzioni ortogonali.

Il materiale dovrà essere steso mediante l'utilizzo di grader o vibrofinitrici e costipato con rulli vibranti gommati e/o combinati (cilindri in ferro e gomma).

Le lavorazioni dovranno essere sospese in caso di condizioni ambientali sfavorevoli (precipitazioni meteoriche, gelo) per non compromettere le caratteristiche della fondazione. Eventuali porzioni di materiale alterato da eccessiva quantità di acqua o da deformazioni dovute al gelo, dovranno essere rimosse e ripristinate.

Art. A.5 - MISTO CEMENTATO

DESCRIZIONE

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori. Si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

E' prevista la possibilità di eseguire il misto cementato in sito mediante appositi macchinari (Pulvimixer) o anche mediante la stabilizzazione dei materiali granulari presenti in posto come fondazioni; in tal caso il misto cementato è più propriamente una stabilizzazione a cemento.

Il prodotto dovrà essere conforme alla norma UNI EN 14227-1 "Miscele legate con cemento per fondi e sottofondi stradali"

MATERIALI COSTITUENTI (PER MISTO CEMENTATO PRODOTTO IN IMPIANTO)

AGGREGATI

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

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)				
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOL O	UM VALORE LIMITE
Dimensione massima	UNI EN 933-1		D_{max}	m m ≤ 40
Requisito di granulometria (per ogni classe utilizzata)	UNI EN 933-1		G_C	% -
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2		LA	% ≤ 30
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1		F	% ≤ 1
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5		C	% ≥ 70
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3		FI	% ≤ 35
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4		SI	% ≤ 35
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8		ES	% ≥ 60

Limite liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12	W _L	%	≤25
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	I _p	%	N.P.
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3			ASSENTI
Sostanze organiche	UNI EN 1744-1			ASSENTI

LEGANTE

Il legante utilizzato dovrà essere cemento conforme alle seguenti prescrizioni:

- ❖ Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE;
- ❖ Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 197-1.

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

ADDITIVI ED AGGIUNTE

Al fine di migliorare le caratteristiche del calcestruzzo è ammesso l'impiego di additivi conformi alla norma UNI EN 934-2 ed aggiunte (ceneri volanti) conformi alla norma UNI EN 450.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela degli aggregati impiegati per il confezionamento del misto cementato per lo strato di fondazione dovrà avere la composizione granulometrica, determinata in conformità alla norma UNI EN 14427-1, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in sito)		FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in impianto)	
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
40	100	40	100
31,5	90 - 100	31,5	90 - 100
25	70 - 95	20	70 - 90
20	55 - 85	14	58 - 82
10	40 - 65	8	44 - 65
4	28 - 52	4	32 - 50
2	18 - 40	2	22 - 38
0,5	8 - 25	0,5	10 - 23
0,25	6 - 20	0,25	6 - 18
0,063	4 - 11	0,063	4 - 9

L'Impresa dovrà effettuare uno studio preliminare sulla miscela che intende utilizzare per la formazione della fondazione stradale in misto cementato indicando la composizione granulometrica ottimale e le quantità dei materiali costituenti espresse in percentuale in peso rispetto al totale della miscela di aggregati. Le percentuali dei costituenti (cemento, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere

determinati secondo le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN 14427-1.

Lo studio delle miscele in laboratorio potrà essere eseguito su campioni compattati secondo metodologia Proctor o mediante pressa giratoria

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4") allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

Nel caso di compattazione con metodo Proctor, la miscela verrà costipata secondo la procedura descritta nella norma UNI 13286-2.

Nel caso di compattazione con pressa giratoria si dovranno usare le seguenti impostazioni:

- ❖ angolo di rotazione: $1,25^\circ + 0,02^\circ$;
- ❖ velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- ❖ pressione verticale: kPa 600;
- ❖ diametro del provino: 150 mm;
- ❖ n° giri: 180
- ❖ quantità di materiale introdotto nella fustella: 4,5 kg.
- ❖ Lo studio deve contenere le seguenti caratteristiche:
- ❖ granulometria della miscela;
- ❖ ottima % di acqua di compattazione;
- ❖ densità massima ottenuta per la miscela ottimale;
- ❖ sistema di compattazione adottato per la realizzazione dei provini;
- ❖ valori delle resistenze risultanti dalle prove.

CARATTERISTICHE DI ACCETTAZIONE

Non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime riportate nella tabella seguente:

TOLLERANZE AMMESSE RIFERITE ALLA COMPOSIZIONE OTTIMALE VALIDATA (MISCELA PER IL MISTO CEMENTATO)	
MATERIALE COSTITUENTE	TOLLERANZE AMMESSE
Aggregato grosso (trattenuto al setaccio 2 mm)	□ 5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	□ 2%

I campioni dovranno essere maturati a 7 giorni alla temperatura di 40 °C e termostatati a 25 °C per 4 ore prima dell'esecuzione della prova di rottura.

I valori di resistenza dei provini preparati dai campioni prelevati in opera dovranno restituire valori compresi tra il $\pm 20\%$ rispetto ai valori forniti dai campioni confezionati dalla miscela di design. Tale miscela dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA IN MISTO CEMENTATO

REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41		Rc	MPa	da 2,5 a 6
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg	UNI EN 13286-42		Rt	MPa	0,35 ≤ Rt ≤ 0,60

Il misto cementato costipato in opera dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE IN SITO DELLO STRATO DI FONDAZIONE (MISTO CEMENTATO)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Modulo di compressibilità (portanza su piastra con intervallo fra 0,15 e 0,25 N/mm ²)	CNR 146		M _d	N/mm ²	> 150

Per un maggior numero di controlli in opera potranno essere utilizzate piastre dinamiche del tipo Light FWD ma solo se correlate ad un valore reale misurato in situ della piastra statica (devono essere eseguite 4 prove LFWD in un intorno distante circa 40 cm dai bordi della piastra statica per correlare i valori ottenuti con le differenti metodologie) e con l'unico scopo di aiutare operativamente l'impresa e la D.L. sulle modalità di compattazione che si stanno ottenendo.

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

CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

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

REQUISITO	FREQUENZA DEI CONTROLLI
analisi granulometrica	ogni 1000 mc con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
determinazione della densità in sito	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
prova di carico con piastra	una prova ogni 300 metri lineari di carreggiata
determinazione della resistenza a compressione della miscela a 7 giorni	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa
determinazione della resistenza a trazione indiretta della miscela a 7 giorni di maturazione	ogni 1.500 mq di stesa con un minimo di un prelievo giornaliero durante la stesa

CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il misto cementato potrà essere prodotto in impianti fissi automatizzati, adeguati alle produzioni richieste e mantenuti in perfetto stato di funzionamento, o in sito su vecchie fondazioni.

L'impianto utilizzato deve assicurare l'uniformità di produzione e la continua conformità alle caratteristiche definite nello studio preliminare della miscela. L'area destinata allo stoccaggio degli aggregati lapidei deve essere confinata e priva di sostanze argillose e di ristagni d'acqua che possono comprometterne la pulizia e le caratteristiche definite. I cumuli degli aggregati dovranno essere separati fra loro al fine di impedire una miscelazione delle classi. L'impianto dovrà essere dotato di un numero di predosatori pari al numero

delle classi di aggregati utilizzati.

Nel caso di produzione in sito il legante idraulico viene steso sulla fondazione da trattare materiale inerte granulare prima del passaggio subito prima della stabilizzatrice.

I cementi e gli additivi dovranno essere depositati in silos dedicati assicurando che non siano miscelati tipi di materiale costituente diversi per classe di resistenza o provenienza.

POSA IN OPERA DEL MATERIALE

L'Impresa potrà procedere alla stesa della miscela successivamente alla verifica di accettazione del piano di posa da parte della Direzione Lavori. Eventuali anomalie della planarità superficiale o correzioni di pendenza dovranno essere ripristinate prima della posa della miscela.

Il piano di posa dovrà essere umido.

La stesa verrà eseguita mediante macchine vibrofinitrici; l'addensamento dello strato dovrà essere effettuato con rulli a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo monotamburo vibrante di peso non inferiore a 18t entrambi preferibilmente accoppiati ad un rullo gommato di almeno 14 t; potranno essere impiegati, in alternativa, rulli misti, vibranti-gommati comunque approvati dalla Direzione Lavori.

La stesa non deve essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0 °C, superiori a 25 °C ed in caso di pioggia. A discrezione della Direzione Lavori, l'Impresa potrà eseguire le lavorazioni a differenti temperature attivando tutte le misure necessarie per proteggere la miscela da eccessiva evaporazione durante il trasporto.

Il tempo massimo ammesso, tra l'introduzione dell'acqua nella miscela e la posa in opera, non dovrà superare i 60 minuti. Qualora si dovesse procedere con la stesa di due strisciate affiancate, al fine di garantire la continuità alla struttura, il tempo intercorrente non dovrà superare le due ore.

Particolari accorgimenti dovranno essere adottati nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola da rimuovere al momento della ripresa successiva. Non devono essere eseguiti altri giunti oltre a quelli di ripresa. Il transito di cantiere sullo strato posato potrà essere ammesso, limitatamente ai mezzi gommati, a partire dal terzo giorno. In ogni caso il tempo di maturazione non potrà essere mai inferiore a 48 ore.

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

Ultimate le fasi di costipamento e di rifinitura deve essere eseguita la spruzzatura di una mano di emulsione bituminosa cationica al 55% di bitume in ragione di 1 kg/m², comunque commisurata all'intensità del traffico di cantiere cui sarà sottoposto, previo spargimento di sabbia.

I giunti di ripresa devono essere sempre tagliati prima dell'inizio della nuova lavorazione.

Il tempo di maturazione dello strato non dovrà essere inferiore a 72 ore.

Art. A.6 - CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA

DESCRIZIONE

La fondazione stradale in conglomerato bituminoso riciclato è costituita da una miscela di conglomerato bituminoso proveniente da demolizione di pavimentazioni, emulsione bituminosa modificata e cemento.

Il conglomerato bituminoso riciclato legato con emulsione bituminosa modificata può essere impiegato nella sovrastruttura stradale anche per la realizzazione dello strato di base, in alternativa al conglomerato bituminoso prodotto a caldo. La scelta di utilizzo ed il dimensionamento dello strato sono definiti dal Progettista e dalla Direzione Lavori.

Il riciclaggio del conglomerato a freddo con emulsione bituminosa modificata consiste nel riutilizzo del conglomerato bituminoso preesistente negli strati della pavimentazione con aggiunta di eventuali aggregati di integrazione, cemento ed emulsione bituminosa modificata. Il riciclaggio a freddo può essere realizzato mediante un impianto mobile da installare in cantiere ovvero un impianto fisso eventualmente disponibile nella zona purché il trasporto alla stesa del materiale già impastato richieda un tempo inferiore ai 60 minuti. In entrambi i casi l'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

MATERIALI COSTITUENTI

CONGLOMERATO RICICLATO

Il conglomerato riciclato proviene dalla demolizione degli strati di pavimentazione stradale eseguita mediante fresatura.

Per il fresato può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza preferibilmente proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura.

Prima del suo reimpiego il conglomerato riciclato deve essere vagliato per eliminare eventuali elementi (grumi, placche, ecc.) di dimensioni superiori al Dmax previsto per la miscela (40 mm per gli strati di base; 25 mm per il binder).

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

AGGREGATI LAPIDEI

Qualora la composizione granulometrica non rientrasse nei limiti di accettazione previsti il Produttore dovrà intervenire mediante l'aggiunta di aggregati lapidei per integrazione qualificati in conformità alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE.

LEGANTE

Il legante sarà costituito dal bitume presente nel materiale fresato integrato con quello residuo proveniente dall'emulsione bituminosa modificata.

L'emulsione bituminosa modificata da utilizzare dovrà essere a lenta rottura e di tipo cationico.

EMULSIONE DI BITUME MODIFICATO				
REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE LIMITE
Contenuto di acqua	UNI EN 1428		%	<45%
Contenuto di legante bituminoso	UNI EN 1431		%	60+/-1%
Omogeneità	UNI EN 1429		%	< 0,2%
Sedimentazione a 5 gg	UNI EN 12847		%	< 10%
pH (grado di acidità)	UNI EN 12850			2 – 6
<i>Residuo bituminoso</i>				
Penetrazione a 25 □C	UNI EN1426		dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN1427		□C	> 55
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593		□C	< -10
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398		%	□ 55

CEMENTO

Nel processo di produzione del conglomerato riciclato con emulsione bituminosa modificata deve essere impiegato il cemento come additivo catalizzatore.

Il cemento utilizzato deve essere conforme alla Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE secondo il sistema di attestazione in vigore.

Il Produttore potrà utilizzare cemento con classe di resistenza N32,5 di tipo Portland o d'alto forno o pozzolanico.

ACQUA

L'acqua utilizzata deve essere esente da impurità dannose quali oli, acidi, alcali, materie organiche od altre sostanze nocive e comunque conforme alla norma UNI EN 1008.

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela del conglomerato riciclato e degli aggregati lapidei di integrazione per il confezionamento del misto granulare legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere la composizione granulometrica, successivamente all'estrazione del bitume, compresa nei limiti del fuso riportato nelle seguenti tabelle:

COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA IN SITO) COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA (MISCELA PER IL CONGLOMERATO RICICLATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA IN IMPIANTO)

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)	IN	APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
63	100-100	-	-	-
40	90 - 100	40	40	100
31,5	90 - 100	31,5	31,5	90 - 100
20	84 - 100	20	20	68 - 90
14	58 - 86	12,5	12,5	53 - 78
8	44- 70	6,3	6,3	36 - 58
4	32 - 46	4	4	28 - 48
2	20 - 42	2	2	18 - 36
0,5	9 - 24	0,5	0,5	8 - 22
0,063	5- 10	0,063	0,063	4 - 8

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

Le percentuali dei costituenti (cemento, emulsione bituminosa, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovranno essere determinate sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di provini confezionati secondo il metodo di compattazione con pressa giratoria secondo la norma UNI EN 12697-31 con contenuto variabile di cemento (1,5% - 2,0% - 2,5%), di emulsione bituminosa modificata (1,5% - 2,0%- 3,5%) e di umidità (4,5% - 5,5% - 6,5%).

Le condizioni di prova per la preparazione dei provini mediante pressa giratoria sono:

- ❖ angolo di rotazione: 1,25° +0,02°;
- ❖ velocità di rotazione: 30 rotazioni/minuto;
- ❖ pressione verticale: kPa 600;
- ❖ diametro del provino: mm 150;
- ❖ giri: n° 180;
- ❖ peso del campione (comprensivo di emulsione, cemento ed acqua): g 4500.

È ammesso l'impiego di materiali costituenti in quantità differenti rispetto a quelle indicate purché validate dai risultati dello studio preliminare accettato dalla Direzione Lavori.

La miscela ottimale di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA DI RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE

Resistenza a trazione indiretta a 72h	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,30
Resistenza a trazione indiretta a 24h	UNI EN 12697-23	ITS	MPa	> 0,20
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	Sm	MPa	3000<S<5000
Resistenza a compressione ciclica uniassiale	UNI EN 12697-25	fc	$\mu\text{m}/\text{m}/\text{n}$	<2

I provini dovranno essere sottoposti a maturazione per 24 ore e 72 ore a 40 °C e provati a 20 °C (dopo termostatazione di 4 ore a 20 °C).

Oltre alle caratteristiche meccaniche citate lo studio della miscela dovrà prevedere anche i seguenti elementi:

- natura e quantità dei materiali costituenti
- composizione granulometrica della miscela
- contenuto totale di legante bituminoso
- densità della miscela ottimale compattata

Il Produttore dovrà presentare alla Direzione Lavori lo studio preliminare elaborato entro quindici giorni dall'inizio dei lavori per l'approvazione.

Per tale lavorazione si rende necessaria la presenza di un laboratorio mobile operante durante le fasi di realizzazione dello strato per un controllo di accettazione delle miscele prelevata sciolta dalla vibrofinitrice o dietro la macchina stabilizzatrice, che esegua:

- granulometria della miscela
- compattazione con pressa giratoria secondo le modalità dello studio di progetto
- caratterizzazione delle resistenze a trazione indiretta dopo 24 h di maturazione a 40 °C in forno.

CONTROLLI SULLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA

REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6		%	≥ 95
Resistenza a trazione indiretta della carota dopo 24 h di maturazione	UNI EN 12697-23		MPa	≥ 0,2
Spessori	UNI EN 12697-29		mm	Nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto. La superficie finale in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni.

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

Le carote dovranno essere prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera con diametro di mm 150 e almeno dopo 60 giorni di maturazione.

CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Per le caratteristiche della miscela i valori misurati in opera non dovranno essere inferiori al 90% rispetto a quelli ottimali determinati mediante studio preliminare approvato dalla Direzione Lavori.

Lo strato di fondazione costituito dalla miscela di conglomerato riciclato legato con emulsione bituminosa modificata dovrà avere le caratteristiche di portanza conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella: Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate secondo il metodo del grado di compattazione in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI FONDAZIONE IN CONGLOMERATO RICICLATO LEGATO CON EMULSIONE BITUMINOSA MODIFICATA
(Grado di compattazione per confronto delle densità)

REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 95

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (massimo addensamento teorico).

La determinazione del grado di addensamento potrà essere effettuata anche mediante volumometro a sabbia.

Le carote prelevate dallo strato per la determinazione delle caratteristiche in opera dovranno avere diametro di mm 150 ed essere prelevate almeno dopo 60 giorni di maturazione del materiale.

Lo strato della fondazione in conglomerato a freddo dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela ed alle dimensioni (spessore) dello strato.

CONFEZIONAMENTO E POSA DELLA MISCELA

Per la produzione delle miscele potrà essere utilizzato un impianto (fisso o mobile da installare in situ) o idonei macchinari per il riciclaggio in situ (treno di riciclaggio). In entrambi i casi l'Impresa deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele conformi alle caratteristiche determinate nello studio preliminare predisposto a cura dell'Impresa.

Qualora la miscela venga prodotta in impianto e trasportata in cantiere, dovrà essere rapidamente stesa mediante l'uso di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

La miscela stesa deve essere immediatamente compattata mediante l'impiego di un con cilindri metallici con peso superiore a t 18 ed un rullo gommato con carico statico superiore a t 24; la fase di compattazione dovrà essere condotta fino a completa rottura dell'emulsione.

Il riciclaggio a freddo deve essere sospeso qualora la temperatura dell'aria sia inferiore a 8 °C e comunque quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Il tempo massimo di miscelazione del materiale ed il costipamento deve stare all'interno delle 3 ore dopo lo spargimento del cemento.

Prima di iniziare i lavori di riciclaggio, la superficie della pavimentazione esistente deve essere:

- ❖ accuratamente ripulita da vegetazione o qualsiasi corpo estraneo;
- ❖ ripulita di acqua di ristagno;
- ❖ prefresata qualora si debbano rimuovere protuberanze;
- ❖ soggetta a linee di taglio longitudinali e trasversali che delimitano i tratti da riciclare.

Art. A.7 - FREQUENZA DEI CONTROLLI SULLA FONDAZIONE E SULLO STRATO DI SOTTOBASE

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, sui campioni delle miscele sciolte e costipate, per controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle caratteristiche richieste.

I controlli relativi alle caratteristiche di accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei

lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Stazione Appaltante, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti impiegati a seconda dei tipi di prodotto, sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI				
MATERIALE	UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITI CONTROLLARE	DA	FREQUENZA
Aggregato lapideo (naturale, riciclato e di integrazione)	Impianto produzione, cantiere di posa.	di caratteristiche fisiche; di caratteristiche geometriche; di caratteristiche chimiche.		A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Bitume	Cisterna stoccaggio, cantiere di posa.	di • Rapporto di espansione; di • Tempo semitrasformazione.	di	Giornaliero
Emulsione bituminosa	Cisterna stoccaggio cantiere di posa	di • Caratteristiche del bitume residuo		A richiesta della Direzione Lavori o settimanale

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale, validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sulla miscela prelevata all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27 ed i metodi di preparazione dei campioni dovranno essere conformi alle presenti Norme Tecniche.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Composizione granulometrica	UNI EN 12697-2	
Contenuto di legante (bitume o emulsione bituminosa)	UNI EN 12697-1 o 39	Ogni m ² 2000

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche dello strato, sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SULLO STRATO		
REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento miscele legate	UNI EN 12697-6	Ogni m ² 1000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia)
Resistenza a trazione indiretta	UNI EN 12697-23	Ogni m ² 2000 o per fascia di stesa (ogni m 500 per corsia)
Modulo di rigidezza	UNI EN 12697-26 (C)	

Resistenza a compressione	UNI EN 13286-41	
Moduli di deformazione dinamica (solo cementato e granulare)	misto misto	CNR 146
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	Ogni m ² 1000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia)

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole 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.

CAPO B - CONGLOMERATI BITUMINOSI

Art. B.1 - LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA POSA IN OPERA DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Prima della posa in opera dei conglomerati bituminosi l'Impresa dovrà effettuare tutte le lavorazioni previste dal progetto esecutivo.

Gli interventi da realizzare sono relativi alla posa di prodotti per la protezione e per il rafforzamento della pavimentazione ed all'esecuzione di membrane con funzione di ancoraggio e/o impermeabilizzazione fra gli strati.

SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

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

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

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

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

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

Il materiale utilizzabile sarà raccolto in cumuli, su aree di deposito procurato a cura e spese dell'Impresa per essere eventualmente reimpiegato nei ripristini, dopo accurata selezione e previo benessere della D.L.

Art. B.2 - CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO (FRESATO)

Per il confezionamento della miscela, oltre agli aggregati lapidei di primo impiego ed al bitume modificato, è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso di recupero (riciclato) proveniente dalla fresatura, a freddo, di pavimentazioni.

I requisiti degli aggregati costituenti il materiale riciclato dovranno essere conformi alle medesime prescrizioni previste per gli aggregati di primo impiego descritti di seguito per i diversi materiali.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso di recupero devono essere determinate in conformità alla norma UNI EN 13108-8. In particolare il cumulo deve essere privo di materie estranee ed il materiale, prima dell'impiego, deve essere opportunamente vagliato per evitare l'inserimento di elementi delle dimensioni superiori a quelle massime della miscela finale. Devono essere accertate il tipo, la quantità e le proprietà del legante e degli aggregati costituenti.

Il conglomerato bituminoso dovrà essere confezionato mediante impianti fissi, automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte, attrezzati per il riscaldamento separato del materiale riciclato al fine di contenere al minimo i danni dovuti al riscaldamento del bitume presente nel fresato.

L'umidità del fresato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4% in peso; nel caso di valori superiori la produzione di conglomerato bituminoso, con fresato, deve essere sospesa.

Le caratteristiche del conglomerato bituminoso riciclato e la quantità di utilizzo dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

Qualora non fossero soddisfatti i requisiti previsti, anche relativamente alle temperature di riscaldamento degli aggregati, o in seguito a verifiche di non adeguata omogeneità dei componenti dovrà essere diminuita la percentuale di materiale da riciclare.

Art. B.3 - ADDITIVI

Nel caso di impiego del conglomerato bituminoso riciclato potranno essere utilizzati speciali Attivanti Chimici Funzionali (ACF) per rigenerare le caratteristiche di viscosità ed adesività possedute dal bitume invecchiato e soddisfare le prescrizioni finali richieste per la miscela.

Gli Attivanti Chimici Funzionali devono avere le caratteristiche chimico-fisiche descritte nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEGLI ATTIVANTI DI RIGENERAZIONE (ACF)			
REQUISITO	METODO PROVA	DI UM	VALORE LIMITE
Densità a 25 °C	ASTM D-1298	-	da 0,900 a 0,950
Punto di infiammabilità	ASTM D-92	°C	200
Viscosità dinamica a 160 °C, $\gamma=10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa*s	da 0,03 a 0,05
Solubilità in tricloroetilene (in peso)	ASTM D-2042	%	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	da 1,5 a 2,5
Contenuto di acqua (in volume)	ASTM D-95	%	1
Contenuto di azoto (in peso)	ASTM D-3228	%	da 0,8 a 1,0

La percentuale di impiego deve essere stabilita e validata con prove sulla miscela di conglomerato bituminoso.

Le caratteristiche e la quantità di utilizzo degli attivanti di rigenerazione dovranno essere riportate nello studio preliminare della miscela (mix design).

CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO

Art. B.4 - PRESCRIZIONI GENERALI

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire le prove sperimentali preliminari sull'idoneità dei materiali costituenti da utilizzare (aggregati lapidei, leganti bituminosi, conglomerato bituminoso riciclato, additivi); i risultati di tali prove dovranno essere presentati in uno studio di "mix design" e determineranno l'accettazione dei materiali.

L'Impresa è tenuta a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori (almeno due settimane) e per ogni cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare.

L'impresa dovrà provvedere alla validazione delle composizioni ottimali in uscita, presso l'impianto, al fine di dimostrare che tali miscele siano realizzabili non solo in laboratorio ma anche all'impianto di produzione. A tale scopo l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori i "mix design" delle composizioni ottimali.

I requisiti, determinati mediante le prove iniziali di qualifica dovranno essere conformi alle caratteristiche descritte nelle presenti Prescrizioni tecniche alla voce 'Procedura di studio con pressa giratoria'.

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

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

L'Impresa dovrà presidiare rigorosamente il proprio processo produttivo mediante l'esecuzione dei Controlli di Produzione in Fabbrica (FPC) secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13108-21.

I controlli in produzione comprendono sia l'accertamento periodico dei requisiti definiti per i materiali costituenti e per i prodotti sia le verifiche sul processo di produzione dei conglomerati bituminosi.

Nello studio di mix design dovrà essere indicato il livello di frequenza di controllo (livello X,Y Z) dell'impianto di produzione del conglomerato bituminoso secondo la descrizione riportata nella norma UNI EN 13108-21.

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 5 anni. Qualora uno o più componenti della miscela dovessero essere modificati nelle quantità oppure nella provenienza, è necessario riformulare un nuovo studio per la miscela ottimale.

Art. B.5 - PROCEDURA DI STUDIO DELLE MISCELE CON PRESSA GIRATORIA

L'Impresa dovrà formulare la miscela ottimale secondo il metodo Volumetrico con pressa giratoria al fine di individuare, in funzione della composizione granulometrica, la quantità effettiva di bitume e le densità ottimali del conglomerato bituminoso all'incrementare del grado di compattazione che questo subisce.

Il macchinario, pressa giratoria, dovrà avere la seguente configurazione:

CONDIZIONI DI PROVA:	
angolo di rotazione:	1,25° +0,02°
velocità di rotazione:	30 rotazioni/minuto
pressione verticale:	kPa 600
diametro del provino:	150 mm per miscele di base, binder 100/150 mm per miscele di usura e SMA

La miscela è posta nelle fustelle e compattata alla temperatura ottimale di posa in opera che varia in relazione al tipo di bitume impiegato. Prima della procedura di compattazione ogni fustella va posta in forno alla stessa temperatura a cui viene portato il conglomerato.

I valori di riferimento per il controllo delle densità in opera sono quelli corrispondenti a D_p ovvero alla densità ottimale di progetto; il numero di giri necessari per ottenere tali densità (N_p) deve essere dichiarato dall'Impresa nello studio di mix design assieme a D_{max} , densità della miscela a fine vita utile (corrispondente a volume di vuoti come rappresentato in tabella).

Per ogni materiale studiato deve essere costruita la curva di addensamento su grafico densità (o % vuoti)/numero di giri e devono essere registrati i numero di rivoluzioni corrispondenti a:

Densità della miscela	Numero di giri di mix design	Valori	
Sigla		vuoti binder	base- vuoti usura
D_{10g}	$N_{10g} = 10$	da 10% a 15%	da 12% a 17%
D_p	$N_p =$ da definire nello studio di mix design	da 4% a 6%	da 4,5% a 7%
D_{max}	$N_{max} = 200 \pm 20$ (valore indicativo)	$\leq 2,0\%$	$\leq 2,5\%$

Per i conglomerati rispondenti alle norme di prodotto UNI EN 13108-1 (conglomerati bituminosi prodotti a caldo) e UNI EN 13108-5 (conglomerati bituminosi antisdruciuolo chiuso o SMA), non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella.

Densità della miscela	Numero di giri di mix design	Valori
Sigla		vuoti SMA

D _{10g}	N _{10g} =10	da 8% a 13%
D _p	N _p = da definire nello studio di mix design	da 3% a 6%
D _{max}	N _{max} =200±20 (valore indicativo)	< 2,0%

Densità della miscela	numero di giri di mix design	Valori
sigla		vuoti drenante
D _{10g}	N _{10g} =10	>26%
D _p	N _p = da definire nello studio di mix design	da 16% a 18%
D _{max}	N _{max} =110±20 (valore indicativo)	>14%

Non sono ammesse miscele che hanno valori di vuoti eccedenti le prescrizioni riportate in tabella.

Il controllo delle densità sul materiale prelevato in opera dovrà verificare la rispondenza della curva di addensamento della miscela ed in particolare deve essere verificata la densità D_p al numero di giri corrispondente N_p. Si rende quindi necessario che, prima dei controlli, al laboratorio della DL venga fatto pervenire lo studio di mix design dell'Impresa.

VERIFICA DELLE DENSITÀ OTTENUTE SUI PROVINI CILINDRICI COSTIPATI:

Dal momento che, con pressa giratoria, la densità del materiale è calcolata secondo metodo geometrico e il provino non ha una superficie completamente liscia, nella fase di qualifica del materiale, il peso di volume del campione dovrà essere normalizzato attraverso un coefficiente di correzione ottenuto come:

$$C = P_{vol} \text{ misurato} / P_{vol} \text{ geometrico}$$

P_{vol} misurato= peso di volume del campione costipato a N_{max} misurato secondo la UNI EN 12697-6 procedura A/B/C in relazione al tipo di miscela impiegata

P_{vol} geometrico= peso di volume geometrico del campione a N_{max}.

Il coefficiente di correzione C così determinato consente di determinare il peso di volume del conglomerato compattato a qualsiasi giro secondo la formula:

$$P_{vol \text{ corr}} = C * P_{vol} \text{ geometrico}$$

Dovrà essere prodotto un ulteriore provino al numero di giri N_p corrispondenti al grado di addensamento ottimale scelto e dovrà essere verificata la sua densità *effettiva* (peso di volume effettivo) mediante i metodi di misura riportate nella norma corrispondente: il valore risultante da tale prova corrisponde a D_p.

Tale prescrizione ha lo scopo di mettere in relazione il metodo di prova per determinare il valore della densità di progetto D_p derivante dallo studio della miscela, con quello impiegato per valutare le densità delle carote prelevate dalla pavimentazione (i cui valori vengono determinati in conformità alla norma UNI EN 12697-6).

CONTENUTI DELLO STUDIO DI MIX DESIGN

Il produttore, nello studio di qualifica della miscela deve esplicitare:

Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali costituenti come specificato nelle presenti Norme Tecniche

Caratteristiche meccaniche e compositive della miscela come specificato nelle presenti Norme Tecniche

Parametri di studio e di controllo della miscela:

N_{10g}

N_p

N_{max}

T °C di costipamento del materiale

I conglomerati bituminosi utilizzati dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle Norme armonizzate della serie UNI EN 13108. Il materiale fornito dovrà essere accompagnato dal marchio CE per i conglomerati bituminosi prodotti a caldo secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente.

Si prescrive che la caratterizzazione delle miscele attraverso le prove di tipo iniziali avvenga attraverso *approccio fondamentale* piuttosto che *approccio empirico*.

Nella tabella seguente sono riportati i tipi di conglomerato bituminoso prodotti a caldo in impianto e specificati nelle presenti Prescrizioni tecniche:

TIPOLOGIE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO					
TIPO MISCELA	DI	DIMENSIONE MASSIMA AGGREGATI	TIPO DI BITUME	NORMA RIFERIMENTO	DI
BASE BITUME TAL QUALE		31,5-40	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1	
BASE BITUME MODIFICATO		31,5-40	Modificato soft/hard	UNI EN 13108-1	
BINDER BITUME TAL QUALE		16-20	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1	
BINDER BITUME MODIFICATO		16-20	Modificato soft/hard	UNI EN 13108-1	
BINDER ALTO MODULO		16-20	Modificato alto modulo	UNI EN 13108-1	
USURA BITUME TAL QUALE		10-12,5	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1	
USURA BITUME MODIFICATO		10-12,5	Modificato soft/alta lavorabilità	UNI EN 13108-1	
RISAGOMATURA		6	Normale Pen 50-70/alta lavorabilità	UNI EN 13108-1	
SMA		12,5-14	Modificato hard	UNI EN 13108-5	
DRENANTE		16-20	Modificato hard	UNI EN 13108-7	
Microtappeto a caldo BBTM			Normale pen 50/70	UNI EN 13108-2	

Art. B.6 - MATERIALI COSTITUENTI

AGGREGATI LAPIDEI DA IMPIEGARE NELLE MISCELE

Costituiscono la struttura portante del conglomerato bituminoso e comprendono gli aggregati grossi, gli aggregati fini e l'aggregato filler.

I requisiti di accettazione degli aggregati lapidei impiegati nei conglomerati bituminosi a caldo, qualora non specificato diversamente, dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- ❖ Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106 CEE e conseguente Decreto di applicazione 16/11/2009 – GU n. 40 del 18/02/2010;

- ❖ Allegato ZA della Norma armonizzata UNI EN 13043 “ Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti ed altre aree soggette a traffico”.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 932-1 “Metodi di campionamento degli aggregati”.

L'Aggregato grosso appartiene alla classe granulometrica compresa tra $d > 2$ mm e $D \leq 45$ mm e non dovrà provenire da rocce scistose o degradate; potrà invece essere costituito da aggregati naturali quali ghiaie naturali, ghiaie frantumate, pietrischetti e graniglie privi di elementi di alterazione (polvere o materiali estranei), o aggregati artificiali quali scorie di acciaierie, argilla espansa etc. L'impiego di scorie è assoggettato al rispetto delle prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-2; i risultati delle prove previste da questa norma dovranno essere inserite nello studio di mix design.

Gli aggregati per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORI		REQUISITI ULTERIORI	MATERIALE
		A (UNI 13043)	EN		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA ₂₅		-	BASE BINDER
		LA ₂₀		-	BINDER AM
		LA ₂₀		-	USURA
		LA ₂₀		-	SMA DRENANTE
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F ₁		-	BASE BINDER
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C _{95/1}		-	BASE BINDER
		C _{95/1}		-	USURA
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	C ₁₀₀		-	SMA DRENANTE
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-		<5%	BASE BINDER USURA SMA DRENANTE
Coefficiente appiattimento	UNI EN 933-3	FI ₁₅		-	BASE BINDER USURA
		FI ₁₀		-	SMA DRENANTE
Resistenza levigazione	UNI EN 1097-8	PSV ₄₄		-	USURA
				-	SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

Gli aggregati fini per miscele bituminose, oltre alle caratteristiche obbligatorie indicate nel GU n. 40 del 18/02/2010, dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORI		REQUISITI ULTERIORI	MATERIALE
		A	EN		
		(UNI	13043)		
Equivalente sabbia	in UNI EN 933-8	-		SE >70%	BASE BINDER BINDER AM
				SE >75%	USURA
				SE >70%	SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

L'aggregato filler appartiene alla classe costituita in prevalenza da particelle passanti al setaccio 0,063 mm e possono essere utilizzati oltre a materiale proveniente da frantumazione di rocce calcaree anche cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di roccia asphaltica e ceneri volanti. Queste, per poter essere impiegate nelle miscele, dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella norma UNI EN 14227-4 le cui risultanze devono essere inserite nello studio di mix design.

Le caratteristiche del filler sono le seguenti:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FILLER					
REQUISITO	METODO DI PROVA	CATEGORI		REQUISITI ULTERIORI	MATERIALE
		A	EN		
		(UNI	13043)		
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 1789-12	-		N.P.	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Porosità del filler compattato secco (Ridgen)	UNI EN 1097-4	V _{28/45}		-	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	Δ _{R&B8/16}		-	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE

Nota: nella tabella precedente gli strati di base binder e usura si intendono sia con bitume tal quale sia con bitume modificato.

STRATO DI BASE

Art. B.7 - DESCRIZIONE

Lo strato di base è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto

livellamento e munita di rasatore per la pre-compattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Art. B.8 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 ed UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE MASSA (%)	IN
40	100	
31,5	90 - 100	
20	65 - 90	
12,5	48 - 80	
8	36 - 65	
4	25 - 50	
2	18 - 38	
0,5	7 - 22	
0,25	5-15	
0,063	4 - 7	

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)						
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108- 1)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39		B _{min}	%	≥3,8	B _{min3,8}

Il legante contenuto nella miscela include il legante del conglomerato riciclato ed il bitume aggiunto e dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALOR E LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificat o
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6		$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	Dp	

Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 2500	> 4000
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	>1,3	>1,8
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	>75	>75

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Requisiti prestazionali per elevati volumi di traffico)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza deformazione permanente	UNI EN 12697-25 (proc. B)		f_{cmax}	µm/m/n	<0,8
<i>In alternativa</i>					
Resistenza deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22 (disp. Piccolo) a 50 °C		WTS_{AIR}	mm/10 ³ cicli	<0,8

70 Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione alla densità D_p con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI BASE)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13		°C	≥150	≤180

Art. B.9 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni.

Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione Lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di compattazione (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI BASE (Vuoti residui del campione prelevato in opera)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	DI	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8		V_{max}	%	< 9

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI BASE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4

STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)

Art. B.10 - DESCRIZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato a bassa viscosità, filler ed eventuali additivi; non è consentito l'utilizzo di conglomerato bituminoso riciclato. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.

Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Art. B.11 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	BINDER 0-16		BINDER 0-20	
	PASSANTE MASSA (%)	IN	PASSANTE MASSA (%)	IN
20	-		100	
16	100		85 - 100	
12,5	70 - 100		70 - 90	
8	52 - 75		52 - 75	
4	36 - 58		36 - 58	
2	25 - 42		25 - 42	
0,5	10 - 23		10 - 23	
0,25	5 - 15		5 - 15	
0,063	4 - 7		4 - 7	

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)						
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)	
Contenuto di legante per BINDER 0/20 (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B_{min}	%	$\geq 4,4$	$B_{min4,4}$	
Contenuto di legante per Binder 0/16 (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B_{min}	%	$\geq 4,8$	$B_{min4,8}$	

Il legante contenuto nella miscela dovrà essere espresso in percentuale in massa rispetto alla miscela totale.

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di binder dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO PROVA	DI SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri N_p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m^3	D_p	
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm^2	$>1,5$	$>2,2$

Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	ITSR	%	>75	>75
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 4000	>5 500

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Requisiti prestazionali facoltativi)						
REQUISITO		METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza deformazione permanente	alla	UNI EN 12697-25		f_{cmax}	$\mu\text{m/m/n}$	<0,8
<i>In alternativa</i>						
Resistenza deformazione permanente (ormaiamento)	alla	UNI EN 12697-22 a 50 °C		WTS_{AIR}	<0,8	$WTS_{AIR0,8}$

71 Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità massima.

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13		°C	≥ 150	≤ 180

Art. B.12 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di

progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 96

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8		V_{max}	%	< 9

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12696-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO				
REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7		mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4		-	≥45
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1		mm	≥0,25

*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare solo per il Binder 0/16.

STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO

Art. B.13 - DESCRIZIONE E DESIGNAZIONE

Lo strato di collegamento è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, bitume modificato, filler ed eventuali additivi. La miscela è prodotta a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

La caratteristica principale di questo tipo di conglomerato è l'aumento della capacità portante della struttura stradale mediante una ripartizione dei carichi che favorisce una riduzione degli sforzi e delle conseguenti deformazioni sugli strati inferiori.

Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e munita di rasatore per la precompattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti.

Prima della stesa, l'Impresa dovrà procedere con la formazione della mano d'attacco in emulsione

bituminosa in conformità ai requisiti definiti nelle presenti Prescrizioni Tecniche.
Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di collegamento deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Art. B.14 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento ad alto modulo dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE MASSA (%)	IN
31,5	100	
20	90 - 100	
16	73 - 100	
12,5	60 - 88	
8	45 - 72	
4	27 - 56	
2	20 - 45	
0,5	8 - 27	
0,25	6 - 18	
0,063	8 - 14	

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)						
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)	
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B_{min}	%	$\geq 5,0$	$B_{min5,0}$	

Il conglomerato bituminoso binder ad alto modulo dovrà essere specificato mediante parametri prestazionali quali Modulo di Rigidezza e Resistenza alla fatica.

Le caratteristiche richieste dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità al numero di giri N_p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12696-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m^3	D_p
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26 All. A, B, C	S_{min}	MPa	>10000
Modulo di rigidezza a 30 °C	UNI EN 12697-26 All. A, B, C	S_{min}	MPa	>4500
Sensibilità all'acqua	UNI EN 12697-12	$ITSR$	%	>90

Resistenza a fatica	UNI EN 12697-24 All. A, D	ϵ_6	-	>110
---------------------	------------------------------	--------------	---	------

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura miscela	della	UNI EN 12697-13	°C	≥ 160	≤ 185

Art. B.15 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 98

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per campione)	per ogni	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 6,5

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥45
Macrorugosità superficiale (HS)*	UNI EN 13036-1	mm	≥0,25

*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.

STRATO DI USURA 0/12,5

Art. B.16 - DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e bitume ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Art. B.17 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

USURA 0-12,5		
APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE MASSA (%)	IN
12,5	100	
8	90 - 100	
4	44 - 64	
2	28 - 42	
0,5	12 - 24	
0,25	8 - 18	
0,063	6 - 10	

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥5,0	B _{min5,0}

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri N _p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6		$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	D _p	
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23		ITS	N/mm ²	>1,5	>2,0
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12		ITSR	%	>75	>75
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26		S _{min}	MPa	> 2500	> 4000

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (<i>Requisiti prestazionali facoltativi</i>)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza deformazione permanente	alla UNI EN 12697-25		f _{cmax}	µm/m/n	<0,8
<i>In alternativa</i>					
Resistenza deformazione permanente (ormaiamento)	alla UNI EN 12697-22 a 50 °C		WTS _{AIR}	mm10 ³ c icli	<10

72 Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità di progetto.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai

valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13		°C	≥150	≤180

Art. B.18 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	≥ 97

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 10

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI USURA				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4	
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	≥55	
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	≥0,40	

STRATO DI USURA 0/8 e RISAGOMATURA FINE 0/6

Art. B.19 - DESCRIZIONE

Lo strato di usura è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventuali additivi e

bitume modificato ad alta viscosità ed è confezionato a caldo, previo riscaldamento degli aggregati e del legante.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Art. B.20 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	USURA 0-8		USURA 0-6	
	PASSANTE MASSA (%)	IN	PASSANTE MASSA (%)	IN
8	100		100	
6	80-100		100-100	
4	50 - 85		35 - 100	
2	25 - 60		25 - 45	
0,5	10 - 30		13 - 26	
0,25	8 - 20		8 - 18	
0,063	6 - 10		6 - 10	

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE						
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)	
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B_{min}	%	$\geq 5,2$	$B_{min5,2}$	

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di base dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO PROVA	DI SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità al numero di giri N_p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m^3	D_p
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm^2	$> 1,2$
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	$ITSR$	%	> 75
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26	S_{min}	MPa	> 2700

CONDIZIONI DI PROVA:

- i requisiti di resistenza e di rigidità saranno valutati su provini compattati alla D_p densità di progetto.

CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:

- Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design
- Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a N_p
- La densità del provino compattato D_p deve essere determinata secondo la UNI EN 12697-6 (impiegando la stessa procedura di prova del mix design).
- La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta *in opera al momento del prelievo*; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili in cantiere.

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA)

REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13		°C	≥150	≤180

Nel caso di opere stradali di categoria III e IV secondo la CNR 78 (strade extraurbane principali) sottoposte a volumi di traffico elevato, dovranno essere determinate ulteriori caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA
(Requisiti prestazionali facoltativi)

REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza deformazione permanente	alla UNI EN 12697-25		f_{cmax}	µm/m/n	<0,8
<i>In alternativa</i>					
Resistenza deformazione permanente (ormaiamento)	alla UNI EN 12697-22 a 50 °C		WTS_{AIR}	mm10 ³ c icli	<10

73 Le densità di riferimento delle miscele analizzate dovranno corrispondere a quelle della compattazione con pressa giratoria derivante dallo studio di mix design e corrispondente alla densità di progetto.

Al fine di impedire un eccessivo riscaldamento con perdita irreparabile delle caratteristiche viscoelastiche del legante, dovrà essere effettuato un controllo periodico della temperatura della miscela finita.

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA)					
REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13		°C	≥150	≤180

Art. B.21 - CARATTERISTICHE DELLO STRATO

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI USURA (Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	> 98

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità D_p della miscela compattata in laboratorio riferita allo stesso lotto/giorno di produzione (addensamento teorico di progetto).

ADDENSAMENTO DELLO STRATO DI RISAGOMATURA (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	V_{max}	%	< 9

Campione prelevato mediante carotaggio in conformità alla norma UNI EN 12697-27

Le caratteristiche superficiali dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO DI RISAGOMATURA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	mm	<4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	≥55
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	≥0,3

MICROTAPPETO A CALDO

Il manto di microtappeto sarà costituito da un conglomerato bituminoso chiuso cioè da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie di materiali di provenienza alpina per i quali dovrà essere documentata la provenienza, mescolati con additivi e bitume a caldo e steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato immediatamente con rulli adeguati per spessori minimi da 20 mm a 30 mm. Il materiale viene steso in opera mediante idonea macchina vibrofinitrice assistita da meccanismi di auto livellamento e

munita di rasatore per la pre-compattazione ed è costipato con rulli gommati e/o metallici vibranti. Lo spessore dello strato è determinato dal Progettista.

Il conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-2.

Art. B.22 - CARATTERISTICHE DELLA MISCELA

La miscela ottimale degli aggregati lapidei impiegati per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica, determinata in conformità alle norme UNI EN 933-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base + 2, compresa nei limiti del fuso riportato nella seguente tabella:

La miscela ottimale dovrà avere un contenuto minimo di legante secondo quanto riportato nella seguente tabella:

APERTURA SETACCI (mm)	PASSANTE IN MASSA (%)
8	100
6.3	90-100
4	83- 95
2	65 - 85
0,5	33 - 53
0.25	23-39
0,063	8 - 12

CONTENUTO MINIMO DI LEGANTE (MISCELA PER LO MICROTAPPETO A CALDO BBTM)

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla miscela)	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥6,0	B _{min6,0}

Le caratteristiche richieste per il conglomerato bituminoso da impiegare nello strato di usura dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO PROVA	DI	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tal quale
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6		$\rho_{(np)}$	$\frac{Kg}{m^3}$	Dp
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12		ITSR	%	>75
Resistenza deformazione permanente (ormaiamento)	alla UNI EN 12697-22 a 50 °C		Profondità del solco proporzionale - P	[-]	5

I limiti della temperatura, massimo in produzione e minimo alla stesa, devono essere conformi ai valori riportati nella seguente tabella:

LIMITI DELLA TEMPERATURA (MISCELA PER LO STRATO DI USURA)

REQUISITO	METODO PROVA	DI	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13		°C	≥150	≤180

Lo strato della pavimentazione dovrà essere realizzato nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto e la superficie finale dovrà presentarsi in qualunque direzione priva di irregolarità ed ondulazioni. Le caratteristiche che lo strato dovrà avere sono relative al requisito di addensamento della miscela, alle dimensioni (spessore) dello strato ed alle proprietà di aderenza della superficie.

ADDITIVI

L'additivo speciale sarà compreso in percentuale fra lo 0,27% e lo 0,35% riferito al peso totale degli aggregati.

CAPO C – TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Art. C.1 - TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO (DOPPIO STRATO DOPPIA GRANIGLIATURA) CON BITUMI MODIFICATI CON POLIMERI

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 caldo sulla pavimentazione preesistente.

MATERIALI INERTI

Gli inerti dovranno essere frantumati, puliti, esenti da polveri o da materiali estranei e avere caratteristiche di aderenza superficiale dello strato rispondenti ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO				
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	
Pedita di peso alla prova Los Angeles	UNI EN 1097-1	%	<20	
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	PS V	> 40	
Coefficiente di forma	UNI EN 933-3	SI	>20	
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	FI	<10	

Le classi granulometriche d/D da impiegarsi dovranno essere le seguenti: 3-5 mm e 8-10 mm.

Le percentuali delle code di pezzatura (parti maggiori di D e minori di d) dovranno essere in totale inferiori al 15%.

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 µm dovrà essere minore allo 0,05%.

LEGANTE

Il legante dovrà essere un bitume modificato con polimeri SBS-R (radiali) tipo hard come indicato nella tab. 6.B.1..

I bitumi modificati con polimeri tipo SBS da impiegare per i "TRATTAMENTI SUPERFICIALI A CALDO", devono essere additivati con dopes di adesività liquidi e termostaticamente stabili alla temperatura di miscelazione (tale operazione deve essere effettuata nella cisterna della spruzzatrice in un tempo antecedente l'applicazione al fine di garantire una perfetta dispersione nel legante modificato). L'aggiunta del dopes di adesività deve essere pari al 4 per mille in peso riferito al legante modificato.

L'uso di questi leganti flussati e modificati comporta alcune misure di sicurezza da adottare per lo

stoccaggio del materiale in cantiere. Ciò è dovuto alla presenza di frazioni leggere da distillati petroliferi per cui è preferibile mantenere il prodotto a una temperatura di stoccaggio pari a 150 °C.

Inoltre occorre rispettare i tempi di stoccaggio dichiarati dal produttore, ciò al fine di non alterare la reologia del legante e le sue caratteristiche prestazionali.

Art. C.2 – FORMULAZIONE DEI TRATTAMENTI SUPERFICIALI

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 i seguenti:

- 1^a mano legante - 0,850 kg/m² per la corsia di marcia, elevabile a 0,950 kg/m² per la corsia di sorpasso
- 1^a mano inerti - pezzatura 8/10 = 9 litri/m²
- 2^a mano legante - 0,750 kg/m² per la corsia di marcia, elevabile a 0,850 kg/m² per la corsia di sorpasso
- 2^a mano inerti - pezzatura 3/5 = 6 litri/m²

POSA IN OPERA

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 autonomo 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 costituita, nel più semplice dei casi da un sistema di ripartizione a pettine montato sulla parte terminale posteriore del cassone a ribaltamento idraulico di un autocarro;
- lo spandigraniglia 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 prestabilite;
- rulli : i rulli devono essere vibranti da 6.000 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 essere preventivamente risanata in modo da avere una pavimentazione che non presenti degradazioni molto importanti e tali da compromettere l'efficacia del trattamento come per esempio ormaie, avvallamenti e fessurazioni estese.

Fessure longitudinali o di giunto potranno invece essere sigillate preventivamente in modo da predisporre un manto stradale continuo per uniformare il dosaggio di legante. La D.L. si riserva la facoltà di intervenire in qualsiasi momento e in particolare nel caso che la superficie non si presenti idonea all'inizio delle lavorazioni.

La stesa del legante con spruzzatrice a caldo avverrà ad una temperatura compresa tra 150 °C e 165 °C. La temperatura nella cisterna-spruzzatrice dovrà essere non inferiore a 160 °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 spandigraniglia 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; in particolare sulla corsia di marcia dovrà essere accuratamente evitato il giunto sulla fascia a sinistra della riga gialla; esso dovrà finire ad almeno 30 cm da detta riga gialla sulla corsia di emergenza qualora presente.

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 che dovranno passare sugli inerti da essi stesi per non asportare con le gomme il legante fresco. 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 quello del monostrato, il numero dei passaggi su ogni punto coperto da inerti della prima granigliatura deve essere di 3.

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 doppia granigliatura (non previsto nel presente capitolato), maggior lentezza ci potrà essere nel caso del bistrato nel quale occorre ripetere, dopo la prima rullatura, lo spandimento del 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 e con sponde in plastica dosando in maniera opportuna la sua potenza. Questo lavoro dovrà essere eseguito dopo circa due ore e non oltre le tre ore dal termine delle operazioni di rullatura.

L'apertura al traffico seguirà dopo questa operazione su una sola corsia per circa 6 ore e per altre 6 ore sull'altra corsia (alternanza di traffico) prima di aprire completamente la carreggiata e segnalare per almeno 24 ore una limitazione di velocità a 60 km/h. A seconda delle condizioni riscontrate dopo questo primo giorno di traffico la D.L. si riserva la facoltà di far passare o no la spazzatrice per eliminare ulteriormente il rigetto.

L'apertura al traffico è fondamentale per il completamento e la finitura del mosaico di incastro del trattamento; il tempo di alternanza delle correnti di traffico sulle diverse corsie dipende dalla sua entità (peso e frequenza dei passaggi) e dalle condizioni climatiche. In caso di pioggia successiva alla stesa non si dovrà aprire al traffico (né per l'alternanza né per il traffico normale); l'alternanza verrà ripristinata circa due ore dopo la fine della pioggia.

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 al punto 9.1.5..

La superficie trattata dovrà in ogni caso risultare il più possibile uniforme e regolare in tutte le direzioni. La tessitura geometrica intesa come macrorugosità superficiale misurata con il sistema dell'altezza in sabbia

Le caratteristiche di aderenza superficiale dello strato saranno determinate in conformità con i requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Macrorugosità superficiale (HS)	UNI EN 13036-1	mm	>0,80

CAPO D – PRESCRIZIONI SUL CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA E SULLE LAVORAZIONI

Poiché i conglomerati bituminosi descritti nelle presenti Prescrizioni tecniche non sono compiutamente caratterizzati con un approccio prestazionale, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni di seguito specificate per le fasi di confezionamento della miscela, di consegna e di posa in opera.

Art. D.1 – CONFEZIONAMENTO DELLA MISCELA

Il conglomerato bituminoso sarà confezionato in impianti fissi automatizzati, mantenuti in perfette condizioni di funzionamento ed idonei per assicurare la continua conformità del prodotto alle caratteristiche definite.

L'impianto di produzione dovrà avere la potenzialità produttiva necessaria per garantire la continuità di fornitura durante la stesa, evitando soste od interruzioni di approvvigionamento.

La produzione di ciascun impianto non dovrà comunque essere spinta oltre la sua potenzialità per assicurare il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela e la perfetta vagliatura che assicuri un'ideale riclassificazione delle singole classi degli aggregati lapidei utilizzati.

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente verificata e prontamente tarata in caso di necessità; diverse modalità di dosaggio dovranno essere esplicitamente accettate dalla Direzione Lavori.

Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta (non superiore a 190 °C) ed il mantenimento uniforme della viscosità fino al momento della miscelazione nonché il perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

La zona destinata al deposito degli aggregati lapidei sarà preventivamente e convenientemente confinata per evitare il contatto con elementi estranei (particelle argillose, ristagni di acqua, ecc.) che possono compromettere la pulizia degli aggregati stessi. Inoltre, i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di alimentazione dei predosatori sarà eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni.

Si farà uso del numero minimo di predosatori corrispondenti alle classi di aggregato impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela ed in misura tale da permettere la corretta miscelazione dei materiali costituenti; gli aggregati lapidei dovranno essere completamente rivestiti dal bitume in modo uniforme.

La temperatura degli aggregati, all'atto della miscelazione, dovrà essere compresa tra 160 °C e 180 °C, e quella del legante non superiore ai 180 °C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

Art. D.2 – CONSEGNA E POSA IN OPERA DELLA MISCELA

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione o, in generale dello strato inferiore, dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati per fondazioni stradali.

Prima di ogni posa dello strato di conglomerato bituminoso, deve sempre essere effettuata la stesa di una mano d'attacco cationica al 55% di bitume residuo sullo strato inferiore, in ragione di 0,7 kg/m². Allo scopo di garantire una adeguata adesione tra gli strati, prima della stesa è necessario attendere la *rottura* dell'emulsione bituminosa; il tempo di rottura dipende dalle condizioni climatiche e dalla tipologia di emulsione fornite dal produttore.

La messa in opera del conglomerato bituminoso deve avvenire in un unico strato compattato con rullo gommato e rullo metallico o con due rulli metallici a seconda degli strati.

In alternativa, limitatamente allo strato di base, l'Impresa può procedere 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, cationica al 55 %, in ragione di 0,3 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata mediante macchine vibrofinitrici aventi

piastra riscaldante, con sistema vibrante in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento della vibrofinitrice, di norma, dovrà essere di circa 5 metri al minuto e comunque non superiore al limite di garanzia per la costipazione dello strato in conformità alle prescrizioni definite.

La posa in opera del conglomerato bituminoso per gli strati superficiali dovrà essere effettuata a mezzo di una o più vibrofinitrici cingolate, a quattro assi o, comunque, appartenenti ai tipi approvati dalla Direzione Lavori.

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

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

L'Impresa dovrà predisporre idonee opere provvisorie per impedire ai mezzi pesanti che devono accedere al cassonetto di deteriorare il bordo verticale del cavo fresato; qualora venisse danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in modo da risultare sfalsati, fra loro, per almeno 20 cm e non coincidenti con le zone di passaggio delle ruote di veicoli pesanti.

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 eccessivi raffreddamenti superficiali e conseguente formazione di grumi. L'Impresa dovrà disporre di un numero sufficiente di mezzi di trasporto atti ad assicurare una regolare e continua alimentazione del cantiere di stesa al fine di evitare arresti della vibrofinitrice che possano avere effetti negativi sulla qualità della stesa e sul regolare costipamento.

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

La stesa del conglomerato bituminoso drenante – fonoassorbente dovrà essere effettuata preferibilmente nelle ore della giornata in cui le temperature dell'aria sono più elevate e con temperatura dell'ambiente non inferiore a + 5 °C.

La compattazione del conglomerato bituminoso dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. L'Impresa dovrà assicurarsi che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere l'uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La compattazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di rulli, combinati e tandem a ruote metalliche vibranti, tutti in numero adeguato (minimo due rulli per ogni vibrofinitrice impiegata) ed aventi idoneo peso, minimo t 10, e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Il conglomerato bituminoso di usura drenante-fonoassorbente dovrà essere compattato con rulli a ruote metalliche del peso fino a t 8-10, senza fare ricorso a sistemi di vibrazione.

Art. D.3 - FREQUENZE DEI CONTROLLI SUI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Il Direttore dei Lavori oppure il Collaudatore in corso d'opera, secondo le rispettive competenze, controllerà che le opere vengano eseguite nel rispetto di quanto previsto dal presente capitolato.

I controlli della DL saranno eseguiti presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Durante la produzione del conglomerato bituminoso ed in fase di esecuzione dei lavori saranno effettuate sistematiche ispezioni e prove sui materiali impiegati, su campioni di forniture e sul conglomerato bituminoso sciolto e costipato, intese a controllarne la rispondenza alla miscela ottimale validata ed alle

caratteristiche richieste.

I controlli inerenti alle caratteristiche per l'accettazione dei materiali saranno effettuati prima dell'inizio dei lavori e/o in corso d'opera.

I risultati delle ispezioni, delle prove e della documentazione mediante certificati o rapporti di prova dovranno essere riportate su registro tenuto dal Direttore dei Lavori.

L'Impresa dovrà assicurare che i requisiti dei materiali costituenti, delle miscele e delle opere eseguite siano rigorosamente rispettati.

La Direzione Lavori procederà con l'esecuzione dei controlli periodici, a carico della Società, secondo le modalità descritte nei Piani dei controlli minimi di seguito specificati. La Direzione Lavori ha la facoltà di effettuare ulteriori accertamenti sui requisiti dei materiali e delle lavorazioni.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici da effettuare sui materiali costituenti sono riportati nella tabella seguente:

CONTROLLI PERIODICI SUI MATERIALI COSTITUENTI			
MATERIALE	UBICAZIONE E PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
Aggregato lapideo	Impianto di produzione	<ul style="list-style-type: none"> Composizione granulometrica Resistenza al gelo/disgelo Percentuale superfici frantumate Coefficiente di appiattimento Assorbimento d'acqua 	A richiesta della Direzione Lavori o in caso di prolungate interruzioni nella fornitura di aggregati
Legante bituminoso	Cisterna di stoccaggio	<ul style="list-style-type: none"> Penetrazione Punto di rammollimento Ritorno elastico Viscosità Punto di rottura (RTFOT) Penetrazione e Punto di rammollimento (dopo tuben test) 	A richiesta della Direzione Lavori o settimanale

La verifica di accettazione sulla miscela sarà effettuata per accertare che i requisiti della composizione ottimale validata ed accettata dalla Direzione Lavori, vengano rigorosamente rispettati mediante l'esecuzione di controlli periodici a frequenze stabilite e distinte in base al metodo prescelto per la caratterizzazione della miscela.

Tali valori dovranno essere verificati mediante prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto o al cantiere di stesa; la campionatura dovrà essere effettuata in conformità alla norma UNI EN 12697-27.

Le modalità di esecuzione dei controlli periodici, da effettuare per la verifica di conformità ai requisiti definiti per le caratteristiche di ogni miscela, sono riportati nelle tabelle seguenti:

CONTROLLI PERIODICI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO			
UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle coclee della vibrofinitrice	Composizione granulometrica	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera :
	Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	  ogni t 600 (base)

Addensamento e/o vuoti al numero di rotazioni di progetto Np.	UNI EN 12697-5, 6, 8
Resistenza alla trazione indiretta a 25 °C	UNI EN 12697-23
Modulo di rigidezza a 20 °C	UNI EN 12697-26

CONTROLLI SALTUARI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO
(Requisiti prestazionali facoltativi)

UBICAZIONE E PRELIEVO	REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle coclee della vibrofinitrice	Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	A discrezione della DL
	Resistenza alla deformazione permanente (ormaiamento)	UNI EN 12697-22	

La verifica degli spessori dello strato e delle caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno effettuati mediante carotaggio della pavimentazione eseguita. Il controllo sull'addensamento della miscela dovrà essere fatto mediante la determinazione del grado di compattazione o, in alternativa, mediante il calcolo dei vuoti residui secondo le modalità e frequenze riportate nelle seguenti tabelle:

CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO
(Grado di compattazione per confronto delle densità)

REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Grado di addensamento (media dei campioni)	UNI EN 12697-6	

Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità D_p della miscela compattata in laboratorio (addensamento teorico di progetto) e la densità della miscela compattata in opera riferita allo stesso lotto/giorno di produzione.

CONTROLLI PERIODICI SUL GRADO DI ADDENSAMENTO
(Vuoti residui del campione prelevato in opera)

REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)
Vuoti residui (media dei campioni)	UNI EN 12697-8	

Lo spessore dello strato, definito dal Progettista, sarà verificato secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULLO SPESSORE DELLO STRATO

REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA
Spessore dello strato	UNI EN 12697-29	mm	Secondo progetto	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso)

Il controllo dell'adesione tra gli strati di conglomerato bituminoso, sarà verificato sulle carote prelevate dalla pavimentazione secondo le frequenze riportate nella tabella seguente:

CONTROLLO PERIODICO SULL'ADERENZA DEGLI STRATI

REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE	FREQUENZA
Adesione tra gli strati base-binder	Leutner test SN 671961	MPa	>1	Ogni 300 m per corsia di emergenza e sorpasso
Adesione tra gli strati binder-usura/SMA	Leutner test SN 671961	MPa	>0,7	Ogni 300 m per corsia di emergenza e sorpasso

Il controllo delle caratteristiche superficiali dello strato di usura, SMA o drenante dovrà essere effettuato secondo le modalità riportate nella seguente tabella:

CONTROLLI PERIODICI SULLE CARATTERISTICHE SUPERFICIALI DELLO STRATO

REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Regolarità della superficie (regolo da mm 3000)	UNI EN 13036-7	a campione - in caso di anomalia
Resistenza di attrito radente (PTV)	UNI EN 13036-4	Secondo prescrizioni della D.L.
Permeabilità verticale per strato di drenante	Normativa Belga o UNI EN 12697-40	Ogni m ² 1 000 o per fascia di stesa (ogni m 200 per corsia di marcia – ogni m 400 per corsia di emergenza e sorpasso) IN CORRISPONDENZA DI OGNI CAROTA

In corso d'opera ed in ogni fase delle singole 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.

CAPO E – CONTROLLI SUL MATERIALE PRELEVATO SFUSO E SULLA PAVIMENTAZIONE FINITA E RELATIVE DETRAZIONI PECUNIARIE

Eventuali deficienze riscontrate nelle caratteristiche dei materiali impiegati, potranno essere considerate, a giudizio della Direzione Lavori, accettabili sotto penale entro determinati limiti, oppure 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'Appaltatore. In tal caso le prove di controllo del nuovo materiale posato in opera saranno a totale carico dell'Impresa.

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

specificati.

Se all'atto della consegna, si riscontrasse che la fornitura non è, per qualità o pezzatura di materiale, conforme alle prescrizioni impartite, la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento. Qualora il materiale fornito pur non essendo conforme alle prescrizioni, fosse ugualmente utilizzabile a giudizio della D.L. questa potrà prenderlo in consegna, applicando una detrazione percentuale proporzionata alle deficienze riscontrate.

I controlli sul materiale sciolto sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- caratteristiche compositive/granulometria della miscela
- densità ottimale della miscela
- caratteristiche meccaniche

I controlli sulla pavimentazione finita sono volti ad indagare i seguenti requisiti:

- vuoti in opera
- aderenza e tessitura superficiale
- adesione degli strati legati a bitume

▪

Art. E.1 - CARATTERISTICHE COMPOSITIVE E DETRAZIONI

Le tolleranze consentite per la rispondenza delle miscele al mix design, corrispondono a quelle definite nella norma UNI EN 13108-21 e riportate in tabella seguente; non saranno ammesse variazioni sulla composizione ottimale della miscela validata ed accettata dalla Direzione Lavori, eccedenti le tolleranze massime.

Prodotti conformi a UNI EN 13108 parti 1-5-7	TOLLERANZE AMMESSE		
MATERIALE COSTITUENTE	Miscele con aggregato nominale D≤16mm	Miscele aggregato D>16mm	con nominale
D nominale	-8% +5%	-9% +5%	
Aggregato medio setaccio 4 mm	□ □ □	□ □ □	
Setaccio 2 mm	□ □ □	□ □ □	
Aggregato filler (passante al setaccio 0,063mm)	□ □ □	□ □ □	
Legante (riferito alla miscela)	□ □ □,5	□ □ □,6	

Per i materiali i cui valori che si discostano dalle tolleranze del presente capitolato, verrà apportata una detrazione del sul prezzo di Capitolato del conglomerato, al netto del ribasso, d'asta così calcolata:

- sul legante: 0,3% sul prezzo di capitolato per ogni 0,01% di bitume mancante oppure verrà effettuata, a spese dell'Impresa, la sabbiatura dell'intero tratto sul quale è stato impiegato il materiale non idoneo, con non meno di 0,5 Kg /mq di emulsione bituminosa al 55%, e sigillatura con sabbia fine essiccata.
- sulla composizione granulometrica: 3% sul prezzo di capitolato qualora sia stata rilevata un'eccedenza sulle tolleranze per ogni punto percentuale eccedente.

—

Art. E.2 - CARATTERISTICHE MECCANICHE E DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi risultanti dai controlli eseguiti su:

- 20 Modulo di Rigidezza
- 21 Resistenza a Trazione indiretta

saranno inferiori al 30% rispetto ai valori dichiarati nello studio di mix design.

La detrazione riguarderà l'intera estensione longitudinale dello strato per tutto il tratto omogeneo verificato

e sarà pari allo 2% del prezzo del conglomerato sul prezzo di Capitolato, al netto del ribasso, d'asta.

Qualora i valori derivanti dai controlli dovessero superare del 20% i valori dichiarati, l'Amministrazione avrà facoltà di richiedere la produzione di un nuovo mix design a giustificazione delle difformità rilevate corredato di uno studio comparativo tra la nuova miscela rispetto alla miscela inizialmente proposta, attraverso prove di fatica (UNI EN 12697-24) e di ormaiamento (UNI EN 12697-22).

Art. E.3 - CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE (DENSITÀ/VUOTI) E DETRAZIONI

SCIOLTO

Sul materiale prelevato sciolto, controllo di costipamento con pressa giratoria al numero di giri corrispondenti a N_p deve risultare:

$$D_p \text{ controllo} = D_p \text{ ottimale da mix design} \pm 1,5\%$$

qualora dovesse risultare una densità di controllo eccedente i limiti suddetti fino a $D_p \pm 3\%$, la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbia, oppure effettuare una trattenuta di € 1,00 per ogni quintale di materiale fornito.

CAROTE

Le caratteristiche di addensamento della miscela in opera saranno determinate sulle carote prelevate dalla pavimentazione preferibilmente secondo il metodo del grado di compattazione o, in alternativa a scelta della Direzione lavori, secondo il metodo dei vuoti residui, in conformità con i requisiti riportati nelle tabelle precedentemente esposte per ogni materiale.

Per valori risultanti dalle prove di laboratorio che si discostano verso un peggioramento del grado di addensamento dichiarato e della percentuale dei vuoti, oltre alle tolleranze indicate in tabella seguente, la D.L., a sua discrezione, ha facoltà di ordinare l'esecuzione di una mano di sigillo con 0,60 kg/mq di emulsione cationica al 55% e sabbia, oppure effettuare una trattenuta di € 1,00 per ogni quintale di materiale fornito;

ADDENSAMENTO DELLO STRATO			
(Grado di compattazione per confronto delle densità)			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	TOLLERANZA
Grado di addensamento (per ogni campione)	UNI EN 12697-6	%	Valore limite - 2%
(ad esempio $97\% - 2\% = 95\%$)			

ADDENSAMENTO DELLO STRATO					
(Vuoti residui del campione prelevato in opera)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	DI	SIMBOL O	UM	TOLLERANZA
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	UNI EN 12697-8		V_{max}	%	Valore limite + 2%
(ad esempio $9\% + 2\% = 11\%$)					

Nel caso di eccedenza da tali limiti di tolleranza l'Impresa dovrà procedere alla rimozione dello strato tramite apposita fresatura e procedere alla successiva ricostruzione.

Art. E.4 - ADERENZA E TESSITURA E DETRAZIONI

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi di PTV e/o HS del tratto omogeneo si riveli più basso dei valori prescritti; essa sarà applicata se singolarmente o il PTV o l'HS risultino deficitari; qualora risultino ambedue deficitari la penalità sarà cumulata.

La riduzione sarà applicata in punti percentuali ai prezzi di aggiudicazione dei lavori del materiale coinvolto (conglomerato su cui avviene il rotolamento o trattamento); detti punti corrisponderanno alla metà dei punti percentuali per cui il PTV o l'HS differisce in diminuzione rispetto ai valori limite prescritti.

La detrazione riguarderà l'intera larghezza dello strato più superficiale per tutto il tratto omogeneo a cui si

riferisce fino al raggiungimento di una soglia di non accettabilità appresso specificata:
Soglie di accettabilità:

MATERIALE	PTV	HS
Conglomerati bituminosi tipo usura	40	0,2
Conglomerati bituminosi tipo usura binder nel caso di aperture al traffico temporanee	38	0,2
Conglomerati bituminosi drenanti	45	0,3
SMA	42	0,3
Microtappeti a freddo	40	0,2
Trattamenti doppio strato	-	0,4

Se i valori medi di PTV o HS risultano inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere all'asportazione completa con fresa ed al rifacimento dello strato superficiale per tutta la larghezza dell'intervento; in alternativa a quest'ultima operazione si potrà procedere all'effettuazione di altri trattamenti di irruvidimento per portare i/il valore deficitario al di sopra della soglia di non accettabilità. Se comunque al termine di tali operazioni non si raggiungessero i valori prescritti, pur essendo i valori di PTV e HS al disopra dei valori inaccettabili, verrà applicata la detrazione del 20% del prezzo di aggiudicazione del lavoro.

Art. E.5 - ADESIONE TRA GLI STRATI E DETRAZIONI

Qualora i valori rilevati alla prova con Leutner test dovessero superare i limiti previsti nelle presenti Prescrizioni Tecniche, la DL ha facoltà di applicare una detrazione del 25% calcolata sul prezzo dell'emulsione bituminosa al netto del ribasso d'asta in corrispondenza del tratto compreso tra 2 verifiche con esito negativo.