



CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

DIPARTIMENTO II – MOBILITA' E VIABILITA'

SERVIZIO 2 - VIABILITA' ZONA NORD

PROGETTO ESECUTIVO

NEROLA ED ALTRI - S.P. 636 PER PALOMBARA PAVIMENTAZIONE, RIPRISTINO PRESIDI IDRAULICI, BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA DAL KM 0+000 AL KM 31+000 A TRATTI - S.P. GUIDONIA MENTANA LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA, RIPRISTINO PRESIDI IDRAULICI, BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA DAL KM 1+700 AL KM 5+200 A TRATTI S.P. NEROLA MONTORIO - LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL MANTO STRADALE A TRATTI - S.P. QUINTILIOLO -LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL CORPO STRADALE AL KM 0+500.

CUP: F47H18001870001



RESPONSABILE PROGETTAZIONE



Ing. Raffaele Abbate

Via Genova 6L, 00065 Fiano Romano (RM)
email: ing.raffaeleabbate@gmail.com



PROGETTISTA DEI CALCOLI STRUTTURALI

Ing. Raffaele Abbate

Via Genova 6L, 00065 Fiano Romano (RM)
email: ing.raffaeleabbate@gmail.com

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Raffaele Abbate

DIREZIONE LAVORI

COMMITTENTE

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

RUP: Arch. Nohemy QUINTERO

OGGETTO

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO -
NORME TECNICHE**

ELABORATO N°

REL 05

REV.	DATA EMISSIONE	NOTA DI REVISIONE
00	21/01/2022	PRIMA EMISSIONE
01	02/02/2022	VARIAZIONE TRATTI PAVIMENTAZIONE
02	01/04/2022	AGGIORNAMENTO PREZZI

INDICE

ART. 1 - DESCRIZIONE DEI LAVORI	4
ART. 2 - CONDIZIONI GENERALI D'ACCETTAZIONE - PROVE DI CONTROLLO 4 ART. 3- CARATTERISTICHE DEI VARI MATERIALI.....	6
ART. 4- SONDAGGI E TRATTATI	6
ART. 5 - SCAVI E RILEVATI IN GENERE	7
ART. 6 - FONDAZIONI	10
ART.7 - PALIFICAZIONI	10
ART.7 BIS - PROVE DI CARICO	19
ART.7 TER - PROVE SUI PALI DI GRANDE DIAMETRO	19
ART.7 QUATER - PROVE DI CARICO SU MICROPALI	24
ART.8 - OPERE DI SOSTEGNO A GRAVITÀ.....	27
ART. 9 - CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI	28
ART. 9.1 – CASSEFORME, ARMATURE.....	31
ART. 9.2 – ACCIAI.....	31
ART. 10 - TUBAZIONI.....	33
ART. 11 - ANCORAGGI CHIMICI	35
ART. 12 – BARRIERE DI SICUREZZA, PARAPETTI E CORRIMANO	35
ART. 13 - LAVORI DI RIVESTIMENTO VEGETALE.....	39
ART. 14 – TRINCEE DRENANTI	40
ART. 15 – DRENI SUBORIZZONTALI - MICRODRENI.....	40
ART. 16 – MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI DI SOVRASTRUTTURA STRADALE E QUALITÀ DEI MATERIALI.....	41
ART. 17 - NORME GENERALI.....	87
ART. 18 - LAVORI IN ECONOMIA.....	88
ART. 19 - SCAVI E RILEVATI IN GENERE	88
ART. 20 - SCAVI.....	88
ART. 21 - RIEMPIMENTI - RICARICHI - TOMBAMENTI.....	89
ART. 22 - CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO	90
ART. 23 - ACCIAIO STRUTTURALE	90
ART. 24 – BARRIERE SICUREZZA	90
ART. 25 - RISPETTO AMBIENTALE	91

ART.26 - GABBIONI	91
ART. 27 - IDROSEMINA, RIVESTIMENTO DI SUPERFICI MEDIANTE LO SPARGIMENTO CON MEZZO MECCANICO DI UNA MISCELA DI SEMENTI E ACQUA.....	91
ART. 28 - TUTTE LE RESTANTI LAVORAZIONI E OPERE.....	91

PRESCRIZIONI TECNICHE

Art. 1 - Descrizione dei lavori

L'appalto ha per oggetto i seguenti lavori per:

“Necessari per la messa in sicurezza dei tratti stradali, eseguito su incarico dell’Amministrazione Provinciale di Roma – Servizio 2 Viabilità Zona Nord con determinazione dirigenziale R.U. n. 3341 del 29-09-2021, nell’ambito del Progetto Esecutivo denominato “NEROLA ED ALTRI - S.P. 636 PER PALOMBARA PAVIMENTAZIONE, RIPRISTINO PRESIDI IDRAULICI, BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA DAL KM 0+000 AL KM 31+000 A TRATTI - S.P. GUIDONIA MENTANA LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA, RIPRISTINO PRESIDI IDRAULICI, BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA DAL KM 1+700 AL KM 5+200 A TRATTI S.P. NEROLA MONTORIO - LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL MANTO STRADALE A TRATTI - S.P. QUINTILIOLO - LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DEL CORPO STRADALE AL KM 0+500”.

L’intervento previsto si riassume principalmente nelle seguenti opere:

- Ripristino della pavimentazione stradale mediante fresatura e stesa di conglomerato bituminoso per strato di collegamento binder e per strato di usura – (euro 884’111,21);
- Ripristino della segnaletica orizzontale – (euro 28’380,99);
- Opere di consolidamento stradale – (euro 365’411,63);
- Opere di movimentazione terra – (euro 28’509,84)
- Ripristino di barriere metalliche di sicurezza guardrail – (euro 13’532,75);
- Costi sicurezza – circa (euro 25.000,00).

Si rimanda alle relazioni specialistiche per una dettagliata descrizione delle lavorazioni.

Art. 2 - Condizioni generali d'accettazione - prove di controllo

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto devono corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e nei regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni, devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio, in rapporto alla funzione cui sono stati destinati; in ogni caso i materiali, prima della posa in opera, devono essere riconosciuti idonei e accettati dalla direzione Lavori, anche a seguito di specifiche prove di laboratorio o di certificazioni fornite dal produttore.

Qualora la direzione dei lavori rifiuti una qualsiasi provvista di materiali in quanto non adatta all'impiego, l'impresa deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e a spese della stessa impresa.

In materia di accettazione dei materiali, qualora eventuali carenze di prescrizioni comunitarie (dell'Unione europea) nazionali e regionali, ovvero la mancanza di precise disposizioni nella descrizione contrattuale dei lavori possano dare luogo a incertezze circa i requisiti dei materiali stessi, la direzione lavori ha facoltà di ricorrere all'applicazione di norme speciali, ove esistano, siano esse nazionali o estere.

Entro 60 giorni dalla consegna dei lavori o, in caso di materiali o prodotti di particolare complessità, entro 60 giorni antecedenti il loro utilizzo, l'appaltatore presenta alla Direzione dei lavori, per l'approvazione, la campionatura completa di tutti i materiali, manufatti, prodotti, ecc. previsti o necessari per dare finita in ogni sua parte l'opera oggetto dell'appalto.

L'accettazione dei materiali da parte della direzione dei lavori non esenta l'appaltatore dalla totale responsabilità della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del capitolato speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo o di verifica dei lavori.

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso l'appaltatore sia stato autorizzato, per ragioni di necessità o convenienza, da parte del direttore dei lavori all'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie o ritenute necessari, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico dell'appaltatore.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo a tali prove sui materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti specificati e indicati dall'Amministrazione, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

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

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali.

I risultati ottenuti in tali laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'appaltatore.

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'appaltatore è libero di scegliere il luogo ove prelevare i materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto.

Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della stazione appaltante l'appaltatore deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, ove contrattualmente siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

Art. 3- Caratteristiche dei vari materiali

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti a seguito fissati.

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

1)Acqua: quando non sia potabile, deve essere esente da impurità: oli, acidi, alcali, materie organiche, cloruri, solfati e qualsiasi sostanza che risulti dannosa o possa impedire o ritardare i necessari fenomeni fisico-chimici.

La quantità di acqua da impiegare nelle miscele dovrà essere derivata dalla sperimentazione o definita a priori in accordo con la D.L.

2)Leganti idraulici: dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche ed ai requisiti dei leganti idraulici di cui alla legge 26 Maggio 1965 n. 595 ed al D.M. 14 Gennaio 1966 parzialmente modificato dal D.M. 31 Agosto 1972 (G.U. n. 287 6.11.1972). In particolare i requisiti di accettazione e le modalità di prova dei cementi dovranno corrispondere alle indicazioni del D.M. 3 Giugno

1968 (G.U. n. 180 17.7.1968).

I materiali al momento dell'uso dovranno trovarsi in perfetto stato di conservazione.

3)Terre ghiaio - sabbiose: (class. CNR-UNI 10006) per rilevati, sottofondi, fondazioni:

saranno costituiti da misti naturali di fiume o di cava (A1 A3) provenienti da depositi alluvionali del quaternario, o da sabbie provenienti da depositi marini dell'oligocene inferiore (A2-4, A2-5). Il materiale destinato alla fondazione stradale (misto granulometricamente stabilizzato con legante naturale) se non proveniente da miscele di aridi frantumati, dovrà avere gli elementi ghiaiosi di pezzatura non superiore a 2.54 cm. Gli inerti impiegati nelle miscele ternarie stabilizzate a calce dovranno essere non plastici, presentare una perdita in peso alla prova Los Angeles inferiore al 30% e la loro curva granulometrica dovrà essere continua ed uniforme e collocarsi in un fuso granulometrico approvato dalla D.L.

4)Ghiaie-Ghiaietti - Pietrischi-Pietrischetti-Sabbie per opere murarie (da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi) dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso con D.M. 17 Gennaio 2018.

Ferme restando le curve granulometriche, le dimensioni dovranno sempre essere le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato: di norma però non si dovrà superare il diametro massimo di cm. 5. Se si tratta di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti o simili di cm.3, se si tratta di cementi armati di cm.2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art.2 delle norme citate nel seguente comma 6).

Art. 4- Sondaggi e trattati

Prima di porre mano ai lavori di sterro e riporto, l'Impresa è obbligata ed eseguire la picchettatura completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. Dovrà quindi consegnare alla direzione lavori il rilievo plano-altimetrico di quanto tracciato in formato Autocad. A suo tempo dovrà pure stabilire, nei tratti che indicherà la Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare, con precisione, l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori.

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

Considerato che l'appalto è affidato sulla base del progetto definitivo, **andranno inoltre adeguatamente approfondite tutte le necessarie indagini geognostiche di dettaglio**, in sito, o in laboratorio, sulla base delle cui risultanze l'impresa procederà alla redazione del progetto costruttivo, previa verifica del progetto oggetto dell'appalto, da sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

Art. 5 - Scavi e rilevati in genere

Tutti gli scavi e rilevati occorrenti, provvisori o definitivi, incluse la formazione di fossi, cunette, accessi, rampe e passaggi saranno in accordo con i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni

del direttore dei lavori. Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti. Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà avviato a discarica; qualora si rendesse necessario il successivo utilizzo, di tutto o parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo deposito nell'area del cantiere. Durante l'esecuzione degli scavi sarà vietato, salvo altre prescrizioni, l'uso di esplosivi e, nel caso che la natura dei lavori o le specifiche prescrizioni ne prevedessero l'uso, il direttore dei lavori autorizzerà, con comunicazione scritta, tali interventi che saranno eseguiti dall'appaltatore sotto la sua piena responsabilità per eventuali danni a persone o cose e nella completa osservanza della normativa vigente a riguardo.

Qualora fossero richieste delle prove per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dal direttore dei lavori.

L'appaltatore dovrà consegnare le trincee ed i rilevati, nonché gli scavi e riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con cigli ben tracciati e profilati compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e poi fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e lo spurgo dei fossi.

Le profondità che fossero indicate nei disegni di consegna sono di semplice avviso all'Amministrazione appaltante che si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domanda di speciali compensi.

E' rigorosamente vietato all'appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione Lavori abbia verificati ed accettato il piano delle fondazioni.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo sostenerle con convenienti armature o sbadacchiature a mezza cassa, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potessero verificarsi per smottamenti o franamenti.

Detti scavi potranno però, ove ragioni speciali non vietino e la Direzione Lavori lo consenta, essere eseguiti con pareti a scarpa, in caso contrario se eseguiti ugualmente per comodità dell'Impresa non sarà compensato il maggior scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare in più all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito a cura e spese dell'appaltatore con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Nei terreni comunque compatti, sotto la denominazione dei "scavi incassati" sono compresi anche i lavori di spianamento e di regolarizzazione del fondo dei cavi, le riseghe, i gradini e simili, che venissero ordinati per l'adatto insediamento delle murature.

Con il procedere delle murature l'appaltatore potrà recuperare il legname costituente le armature; quelli che però non potessero essere tolti senza pericolo o danno al lavoro, dovranno essere abbandonati, negli scavi, ne spetterà per questo nessun speciale compenso all'appaltatore. Tutti gli oneri di semplice puntellatura sono compresi nei prezzi degli scavi.

In particolare si prescrive:

a) **Scavi:** nell'esecuzione degli scavi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano la inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta dalla Direzione Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti,

restando egli responsabile, in caso di inadempienza delle disposizioni impartite, di eventuali danni alle persone ed opere, ed alla rimozione delle materie franate.

- L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi possibilmente completi a piena sezione in ciascuno tratto iniziato. Comunque, il sistema di scavi per l'apertura della sede stradale, qualunque sia la natura del terreno ed il mezzo di esecuzione, deve essere tale da non provocare franamenti e scoscendimenti. Inoltre, dovrà aprire senza indugi fossi e cunette occorrenti e comunque mantenere efficienti, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche se occorra, con canali fuggatori.

- Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee a giudizio della Direzione, per la formazione di rilevati e per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori della sede stradale depositandolo su aree che l'appaltatore deve provvedere a sua cura e spese.

E' proibito in modo assoluto lo scarico lungo le sponde franose o che possano divenire tali per l'appoggio di materie a rifiuto. Le zone di scarico dovranno essere autorizzate dalla Direzione; inoltre resta tassativamente prescritto che nessun deposito di materie potrà essere fatto lungo le sponde dei torrenti e dei canali di Bonifica senza avere ottenuto la preventiva approvazione dell'Ufficio Genio Civile, del Corpo Forestale dello Stato e degli Enti di Bonifica. Tali autorizzazioni dovranno essere chieste ed ottenute dall'appaltatore a tutte sue cure e spese ed esibite alla Direzione Lavori.

- Rimangono ad intero carico dell'appaltatore tutte le spese per eventuali indennizzi ai proprietari per danni alle proprietà, a strade pubbliche e private ecc. , che fossero causate da detti depositi intendendosi che anche per questo titolo l'appaltatore dovrà tenere sollevata l'Amministrazione appaltante da ogni ingiunzione delle autorità e da ogni pretesa o molestia dei terzi.

- Nei tratti in cui gli scavi, gli scarichi dei materiali e le costruzioni in genere interessino la viabilità pubblica e privata, le linee elettriche o telefoniche, l'appaltatore dovrà a sua cura e spese assicurare sempre ed in ogni momento la libera circolazione sulle strade ed il libero esercizio delle linee elettriche e telefoniche attenendosi a tutte quelle disposizioni che dai competenti uffici e dalle ditte proprietarie delle anzidette linee venissero impartite.

b) Rilevati: per la formazione dei rilevati si impiegheranno le materie provenienti dagli scavi di cui alla lettera a) precedente, in quanto disponibili ed adatte.

- Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati le materie provenienti da scavi per opere d'arte semprechè disponibili ed egualmente ritenute idonee.

Sarà obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso di dare ai rilevati durante la loro esecuzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle prescritte.

- Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

- I rilevati avranno le scarpate ben profilate e la superficie di appoggio della fondazione ben regolarizzata senza avvallamenti ed irregolarità alcuna.

- Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticando inoltre solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

c) Diserbi -taglio piante: Il trattamento di pulizia dei terreni vegetali con presenza di piante infestanti dovrà essere eseguito con un taglio raso terra della vegetazione di qualsiasi essenza e più precisamente erbacea, arbustiva e legnosa da eseguire nelle parti pianeggianti, entro l'alveo,

sugli argini, sulle scarpate, nelle golene e nel fondo dei fossi includendo anche la deciocatura, l'estrazione dall'alveo di tutti i prodotti derivati dal taglio (sterpaglie, rovi, etc.) e trasporto a discarica oppure, se consentito, eliminazione per combustione fino alla completa pulizia delle aree interessate.

d) Protezione scavi: Barriera provvisoria a contorno e difesa di scavi ed opere in acqua, sia per fondazioni che per opere d'arte, per muri di difesa o di sponda da realizzare mediante infissione nel terreno di pali di abete o pino, doppia parete di tavoloni di abete, traverse di rinforzo a contrasto tra le due pareti, tutti i materiali occorrenti, le legature, le chiodature e gli eventuali tiranti.

Le armature degli scavi, occorrenti per gli scavi di sbancamento, a sezione obbligata e di fondazione, dovranno essere eseguite a regola d'arte e assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento di materie.

I cavi sbadacchiati od armati a mezza cassa, avranno armature composte di tavole più o meno discoste fino a un massimo di spazio vuoto uguale al pieno con semplici puntelli a contrasto.

La armatura a cassa intera sarà formata da grosse tavole a contatto, rivestenti tutte le parti tenute in sesto da traverse longitudinali e montanti infissi al suolo, rinforzati da sbadacchi di dimensioni proporzionate a quelle del cavo ed alla spinta delle terre; il tutto reso solidale con fasciature, squadre, grappe, chiodature ecc.;

Le dimensioni degli elementi dell'armatura saranno stabilite dall'Impresa sotto sua completa responsabilità per la loro efficienza e per i danni che ne potessero derivare a terzi.

e) Scavi di sbancamento: Saranno considerati scavi di sbancamento quelli necessari per le sistemazioni del terreno, per la formazione di cassonetti stradali, giardini, piani di appoggio per strutture di fondazione e per l'incasso di opere poste al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più basso del terreno naturale o di trincee e scavi preesistenti ed aperti almeno da un lato. Saranno, inoltre, considerati come sbancamento tutti gli scavi a sezione tale da consentire l'accesso, con rampe, ai mezzi di scavo ed a quelli per il trasporto dei materiali di risulta.

f) Scavi per fondazioni: Saranno considerati scavi per fondazioni quelli posti al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più basso del terreno naturale o di trincee e scavi preesistenti, a pareti verticali e sezione delimitata al perimetro delle fondazioni; verranno considerati come scavi di fondazione anche quelli per fogne e condutture con trincee a sezione obbligata. Le pareti degli scavi saranno prevalentemente verticali e, se necessario, l'appaltatore dovrà provvedere al posizionamento di puntelli e paratie di sostegno e protezione, restando pienamente responsabile di eventuali danni a persone o cose provocati da cedimenti del terreno; i piani di fondazione dovranno essere perfettamente orizzontali e il direttore dei lavori potrà richiedere ulteriori sistemazioni dei livelli, anche se non indicate nei disegni di progetto, senza che l'appaltatore possa avanzare richieste di compensi aggiuntivi. Tutti gli scavi eseguiti dall'appaltatore, per la creazione di rampe o di aree di manovra dei mezzi, al di fuori del perimetro indicato, non saranno computati nell'appalto e dovranno essere ricoperti, sempre a carico dell'appaltatore, a lavori eseguiti. Negli scavi per condotte o trincee che dovessero interrompere il flusso dei mezzi di cantiere o del traffico in generale, l'appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, alla creazione di strutture provvisorie per il passaggio dei mezzi e dovrà predisporre un programma di scavo opportuno ed accettato dal direttore dei lavori.

g) Scavi a sezione obbligata: Da eseguire con mezzo meccanico (o, per casi particolari, a mano) in rocce di qualsiasi natura o consistenza, sia sciolte che compatte con resistenza allo schiacciamento fino a 12 N/mm². (ca. 120 kgf/cm²), asciutte o bagnate, anche se miste a pietre, compreso il

taglio e la rimozione di radici e ceppaie, comprese le opere di sicurezza, il carico ed il trasporto a discarica del materiale di risulta inclusa anche l'eventuale selezione di materiale idoneo per rilevati e da depositare in apposita area all'interno del cantiere.

h) Scavi di scoronamento pendici : Lo scavo di scoronamento di una pendice in frana o instabile, andrà realizzato senza creare tagli netti sul fronte, piste o altri movimenti terra tali da compromettere definitivamente l'equilibrio dell'intero fronte, qual'ora le pendenze siano accentuate le lavorazioni meccaniche andranno realizzate con apposite attrezzatura (escavatori articolati). Le pendenze imposte dovranno seguire i profili progettuali ed avere andamenti omogenei, il materiale di risulta dovrà essere

fatto scendere a valle in cumulo. In presenza di trovanti o massi instabili i medesimi dovranno essere anche essi rimossi avendo cura di non innescare impatti tali da compromettere l'integrità delle eventuali infrastrutture esistenti al piede del pendio, in tal caso si dovrà preventivamente provvedere a realizzare opportuni valli temporanei in terra onde attutire e smorzare le energie sviluppate dai massi in caduta.

i) Rinterri: I rinterri o riempimenti di scavi dovranno essere eseguiti con materiali privi di sostanze organiche provenienti da depositi di cantiere o da altri luoghi comunque soggetti a controllo da parte del direttore dei lavori e dovranno comprendere:

- spianamenti e sistemazione del terreno di riempimento con mezzi meccanici oppure a mano;
- compattazione a strati non superiori ai 30 cm. di spessore;
- bagnatura ed eventuali ricarichi di materiale da effettuare con le modalità già indicate.

i) Esaurimenti di acqua - scavi subacquei: Nella esecuzione degli scavi di sbancamento, per l'apertura della sede stradale, per splatamento, per abbassamenti ecc. l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa, a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, con il togliere ogni impedimento che a ciò si opponesse ed ogni causa di rigurgito, nonché ricorrendo alla apertura di canali fugatori. Di onere relativo, e quindi del relativo compenso è stato tenuto conto in prezzi relativi di elenco.

Nel caso di scavi per fondazione è obbligo dell'Impresa di provvedere a sua cura e spese perché l'acqua scorrente alla superficie del terreno non abbia a versarsi negli scavi stessi od a provvedere all'aggettamento qualora necessario.

Gli scavi di fondazione saranno considerati subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm. sotto il livello costante cui si stabiliscono le acque eventualmente presenti nel terreno. Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza per garantire la continuità del prosciugamento.

La Direzione Lavori può decidere, senza che l'Impresa possa sollevare eccezioni o pretese di sorta, che il lavoro d'aggettamento delle acque eseguito in economia, con i relativi prezzi di elenco, e contabilizzando convenzionalmente gli scavi come se eseguiti all'asciutto.

Le suddette prescrizioni non si applicano per gli scavi in presenza d'acqua proveniente da precipitazioni atmosferiche o rotture di condotte e per i quali l'appaltatore dovrà provvedere, a sue spese, all'immediata estrazione dell'acqua ed alla riparazione dei danni eventualmente causati. Tutte le operazioni di rinterro dovranno sempre essere autorizzate dal direttore dei lavori.

Art. 6 - Fondazioni

Tutte le opere di fondazione dovranno essere realizzate conformemente ai disegni di progetto e la preparazione, la posa in opera, i getti di conglomerato, le armature, etc. saranno eseguiti nella completa osservanza della normativa vigente e delle eventuali prescrizioni integrative del direttore dei lavori. Tutte le opere di fondazione dovranno essere realizzate conformemente ai disegni di progetto e la preparazione, la posa in opera, il consolidamento, i getti di conglomerato, le armature, etc. saranno eseguiti nella completa osservanza della normativa vigente e delle eventuali prescrizioni del direttore dei lavori. Prima di dare corso a lavori di consolidamento si dovrà procedere ad una verifica della consistenza delle strutture di fondazione oggetto dell'intervento; tale verifica sarà eseguita con degli scavi verticali in aderenza alle murature perimetrali con saggi di larghezza da 1 a 2 metri fino alla profondità necessaria ad una completa analisi dello stato delle strutture e dei materiali

Art.7 - Palificazioni

a) Pali trivellati

I pali trivellati saranno eseguiti con perforazione a percussione e/o rotazione o con altri sistemi in grado di attraversare terreni di qualsiasi natura, stratificazione, durezza, consistenza, asciutti o bagnati, anche in presenza di acqua, inclusa la roccia ed i trovanti di qualsiasi dimensione, a secco e senza rivestimento, fornitura e posa in opera di calcestruzzo con minimo $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ per getti da eseguirsi con apparecchiature tipo "contractor".

E' compreso l'onere del maggior calcestruzzo occorrente per la espansione fino al 10% del volume del foro, scapitozzatura della testa del palo per un'altezza adeguata a realizzare una idonea ripresa di getto con la trave di testa, escluso solo il ferro di armatura, compresi inoltre prove di carico e prove geofisiche per il controllo delle caratteristiche meccaniche e dimensionali.

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D , verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata al punto 5.3, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra $- 0,01 D$ e $+ 0,1 D$;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra $- 0,01 D$ e $+ 0,1 D$;
- lunghezza: pali aventi diametro $D < 600 \text{ mm} \pm 15 \text{ cm}$;
- pali aventi diametro $D \geq 600 \text{ mm} \pm 25 \text{ cm}$;
- quota testa palo: $\pm 5 \text{ cm}$;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla

pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione planaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Formazione del fusto del palo: al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura. In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3,0 – 4,0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

MATERIALI:

- a) Conglomerato cementizio: sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato. Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2,5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno. Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{ck} \geq 25$.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame

ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

- b) Armature metalliche: le armature metalliche saranno costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica. I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5 cm.

Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro; ove fosse necessario è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

Conglomerato cementizio

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che $D_{max}/2,5 \geq i_{min}$ dove i_{min} è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 32 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a $R_{ck} \geq 30$.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta..

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m³/ora per pali di diametro $d < 800$ mm e di 20 m³/ora per pali di diametro $d \geq 800$ mm.

L'Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento. Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m. L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Sono a carico dell'impresa le prove di carico e/o le prove geofisiche per il controllo delle caratteristiche meccaniche e dimensionali previste dal D.M. 14/01/2008 e richieste dal Direttore dei Lavori.

Pali trivellati con rivestimento provvisorio

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire. La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarela solo nell'imminenza del getto.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

Formazione del fusto del palo

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento. Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m. L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m³.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Sono a carico dell'impresa le prove di carico e/o le prove geofisiche per il controllo delle caratteristiche meccaniche e dimensionali previste dal D.M. 14/01/2008 e richieste dal Direttore dei Lavori.

b) Micropali

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro ≤ 250 mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;

per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Impresa, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma - aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata (c_u) che alla generica profondità di scavo H soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \gamma H/3$$

dove: γ = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto; 49
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto;
- quota testa micropalo: ± 5 cm;
- lunghezza: ± 15 cm.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

Armatura

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Armatura

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al punto 23.4.3.1.

Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio S275 – S355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati. Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori $d = 8$ mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo $s = 3.5$ mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Malte e miscele cementizie

considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione.

In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere

consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione. Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a :

$R_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m³ di prodotto, dovrà essere la seguente: acqua: 600 kg

cemento: 1200 kg

additivi: 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

$g = 1.8 \text{ kg/dm}^3$

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m³ di prodotto finito:

acqua: 300 kg

cemento: 600 kg

additivi: 5 ÷ 10 kg

inerti: 1100 ÷ 1300 kg

Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente.

Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata 10 m³/min
- pressione 8 bar.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto richiesto nel punto 3.3.3.4.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più

profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura. Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoncini, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

-pressione max di iniezione : » 100 bar

-portata max : » 2 m³/ora

-n. max pistonate/minuto : » 60.

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoncini.

Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione

Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione.

Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui ai punti precedenti, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno ³ 80 mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il

getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalgia in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione.

Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5 - 6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Art.7 bis - Prove di carico

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali. Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno. Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali e micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});

- prove a carico limite le prove effettuate su pali e micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5÷3 volte il carico di esercizio (P_{es}); Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno.

L'Impresa dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali

dimensionati in fase di progetto.

Art.7 Ter - Prove sui pali di grande diametro

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$ per $D \leq 100$ cm e $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$ per $D > 100$ cm

- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

Attrezzatura e dispositivi di prova

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa ≥ 200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (= 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M \geq 1.2 \times P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia.

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate.

Per misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro.

Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale.

Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a 120° intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

Preparazione della prova

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di 50 cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva apposizione dei micrometri.

Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo.

Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ($h_{\min} = 1.5$ m).

Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alla finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- t = 0 (applicazione del carico)
- t = 2'
- t = 4'
- t = 8'
- t = 15'

Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($t = 15'$):

$$\delta \sigma \leq 0.025 \text{ mm.}$$

Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 4 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

2° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico $\geq P$ fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.

c) Il carico Pprova, quando è minore di Plim, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $\geq P$) con misure a:

- $t = 0$
- $t = 5'$
- $t = 10'$
- $t = 15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite Plim, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ($Plim$) ≥ 2 cedimento ($Plim - \delta P$)
- cedimento ($Plim$) ≥ 0.10 diametri.

Risultati della prova

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori

e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).

- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichicedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

Prove di carico su pali strumentati

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 4.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo. Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

Attrezzature e dispositivi di prova

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro.

Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove.

Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre.

Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica

degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici. La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo.

Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno.

Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo.

Occorrerà garantire una perfetta tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm.

Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto.

Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura.

Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione.

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive. Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

Preparazione ed esecuzione della prova

Si applicano integralmente le specifiche di cui ai punti precedenti.

Prove di carico laterale

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 4.1.1), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro $d = 81/76$ mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

Art.7 Quater - Prove di carico su micropali

Prove di carico assiale

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova P_{prova} sarà:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui ai punti precedenti.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;

- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a 120° , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti.

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

a) Applicazione di "n" ($n \geq 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a $\frac{1}{3}P$, fino a raggiungere il carico Pes.

b) In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- t = 0 (applicazione del carico)
- t = 2'
- t = 4'
- t = 8'
- t = 15'

si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento s è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):

$s \leq 0.025 \text{ mm}$.

c) Per il livello corrispondente a Pes il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a $t = 0, t = 5', t = 10', t = 15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t = 30', t = 45'$ e $t = 60'$.

2° CICLO

a) Applicazione rapida di un carico di entità $\frac{1}{3} \text{ Pes}$

b) Lettura dei cedimenti a $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$

c) Scarico rapido e letture a $t = 0$ e $5'$

d) Applicazione rapida di un carico di entità $\frac{2}{3} \text{ Pes}$

e) Lettura dei cedimenti come in "b"

f) Scarico come in "c"

g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a Pes

h) Lettura dei cedimenti come in "b"

i) Scarico con letture a $t = 0, 5', 10', 15'$ e $30'$.

3° CICLO

a) Applicazione di "m" ($m \geq 9$) gradini di carico δP fino a raggiungere il carico Pprova (o Plim).

b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto "b".

c) Il carico Pprova, quando è $< \text{Plim}$, sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a $t = 0, t = 5'$ e $t = 10'$ e $t = 15'$. A scarico

ultimato si eseguiranno misure fino a $t = 60'$.

Si considererà raggiunto il carico limite $Plim$, e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento s risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s (Plim) \geq 2 \times s (Plim - \delta P)$

- $s (Plim) \geq 0.2 d + sel$

ove :

d = diametro del micropalo

sel = cedimento elastico del micropalo.

Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con le stesse modalità indicate nei punti precedenti.

Prove non distruttive

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

A) prove geofisiche;

B) carotaggio continuo meccanico;

C) scavi attorno al fusto del palo.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5% - del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sonde di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro $d \geq 1200$ mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmettente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento. Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico- meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiacca di cemento immessa: dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

Scavi attorno al fusto del palo

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Art.8 - Opere di sostegno a gravità

a) Gabbioni Fornitura e posa di gabbioni in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223- 3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari

3.00 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 255 g/m²; in accordo con le “Linee Guida per la redazione di Capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione” emesse dalla Presidenza del Consiglio Superiore LL.PP., Commissione Relatrice n°16/2006, il 12 maggio 2006. L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepi e non si sfaldi sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa UNI EN ISO 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con

le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/m². L'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua. Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm². Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. La Direzione Lavori darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate. Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da consentire il maggior costipamento possibile. Le gabbionate saranno rinverdite con realizzazione di tasche vegetative preassemblate fornite unitamente allo scatolare metallico del gabbione. Tali tasche preassemblate saranno strutturate in rete metallica e rivestite internamente con materiale geotessile ritentore del terreno ed esternamente con biotessili costituiti da bioreti naturali in cocco ignifugato o agave ad alta resistenza e riempite con terreno vegetale o miscela terreno/sabbia/lapillo vulcanico. Per favorire ed accelerare lo sviluppo vegetativo verranno messe a dimora piantine in fitocella o seminate essenze vegetali erbacee.

Art. 9 - Conglomerati cementizi semplici ed armati

GENERALITA'

L'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile, all'approvazione della Direzione dei Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) lo studio granulometrico per ogni tipo di calcestruzzo;
- c) i risultati delle prove sui cubetti di calcestruzzo con le modalità di cui al alle 'Nuove Norme Tecniche 17 Gennaio 2018 eseguiti presso un laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Prima della fornitura di calcestruzzo in cantiere, si deve acquisire copia della certificazione del controllo di processo produttivo (FPC). Per processi non industrializzati e per quantità inferiori a 1500 mc di miscela omogenea, l'Impresa deve acquisire prima delle forniture documenti attestanti i criteri e le prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica certificata da un laboratorio che opera in conformità al DPR 380/2001

Si deve avere inoltre consegnare al D.L. copia delle certificazioni di conformità (marcatura CE) degli ingredienti utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo, che l'Impresa richiederà al proprio fornitore.

MATERIALI INERTI PER CONGLOMERATI CEMENTIZI E PER MALTE

- 1) Gli aggregati per conglomerati cementizi, naturali e di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di getto, ecc., in proporzioni non nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.
- 2) La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.
- 3) La sabbia per malte dovrà essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose, ed avere dimensione massima dei grani di 2 mm per murature in genere, di 1 mm per gli intonaci e murature di parametro o in pietra da taglio.

4) Gli additivi per impasti cementizi, come da norma UNI EN 934, si intendono classificati come segue: fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificantiaeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti- acceleranti; antigelo-superfluidificanti. Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei lavori potrà far eseguire prove od accettare, secondo i criteri dell'articolo "Materiali in Genere", l'attestazione di conformità alle norme UNI EN 934, 480, UNI 10765, 7110.

5) I conglomerati cementizi per strutture in cemento armato dovranno rispettare tutte le prescrizioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e relative norme vigenti. Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

OPERE E STRUTTURE DI CALCESTRUZZO

Impasti di conglomerato cementizio

Gli impasti di calcestruzzo dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalle relative norme vigenti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività e devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

Per i calcestruzzi preconfezionati si fa riferimento alla norma UNI EN 206-1.

Controlli sul conglomerato cementizio

Per i controlli sul calcestruzzo ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il calcestruzzo viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto specificato nel suddetto D.M. La resistenza caratteristica del calcestruzzo dovrà essere non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo di qualità del calcestruzzo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza;
- Controllo di produzione
- Controllo di accettazione
- Prove complementari

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

La qualità del calcestruzzo, è controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al

punto

11.2.5. del D.M. 17 gennaio 2018.

Norme per il cemento armato

normale

Nella esecuzione delle opere di cemento armato normale l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto contenuto nel D.P.R. 380/2001 e s.m.i., nelle norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018 e nella relativa normativa vigente.

Armatura delle travi

Negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio.

Almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Armatura dei pilastri

Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300 mm.

Le armature trasversali devono essere poste ad interasse non maggiore di 12 volte il diametro minimo delle barre impiegate per l'armatura longitudinale, con un massimo di 250 mm. Il diametro delle staffe non deve essere minore di 6 mm e di $\frac{1}{4}$ del diametro massimo delle barre longitudinali.

Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione.

La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di 20 volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare 4 volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per barre di diametro $\varnothing > 32$ mm occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele

da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1 "Esecuzione di strutture in calcestruzzo – Requisiti comuni".

Tutte le opere in conglomerato cementizio necessarie per l'esecuzione di qualsiasi struttura di fondazione e/o elevazione incluse nell'appalto, saranno eseguite in base ai calcoli statici ed alle verifiche che l'impresa avrà provveduto ad effettuare e a depositare agli enti deputati, nei termini di tempo fissati dalla Direzione dei Lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione Lavori dei progetti delle opere, non esonera in alcun modo l'Impresa dalla responsabilità derivante per legge e per pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, l'impresa rimane unica e completa responsabile delle opere a termini di Legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualsiasi natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Sono a carico dell'impresa tutte le prove (in numero e tipologia), sui calcestruzzi (sia fresco che indurito) utilizzati, previste dal D.M. 17/01/2018 e richieste dal Direttore dei Lavori.

Art. 9.1 – Casseforme, armature

Per l'esecuzione di tali opere provvisorie, sia verticale che orizzontale, fondazione o elevazione, l'impresa potrà adottare il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino alle condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

L'impresa è tenuta ad osservare, nella progettazione ed esecuzione delle armature, le norme ed i vincoli che fossero imposti dagli Enti e personale responsabili, circa il rispetto di particolari impianti o manufatti esistenti nella zona interessata dalla nuova costruzione.

Le operazioni di disarmo saranno effettuate secondo le norme contenute nel D.M. 17 gennaio 2018 del Ministero Infrastrutture e Trasporti - Norme tecniche per le costruzioni.

Art. 9.2 – Acciai

GENERALITA'

Prescrizioni Comuni a tutte le Tipologie di Acciaio

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 17 gennaio 2018) e relative circolari esplicative. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Centri di trasformazione

Il Centro di trasformazione, impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve

dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni, può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dalle norme vigenti.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare la conformità a quanto indicato al punto 11.3.1.7 del D.M. 17 gennaio 2018 e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

- a) Materiali: i materiali metallici dovranno essere esenti da scorie, soffiature, bruciature, paglie o qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Sottoposti ad analisi chimica dovranno risultare esenti da impurità o da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica dovrà essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina ed a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

- b) Designazione, definizione e classificazione: Si farà riferimento alle seguenti norme di unificazione:

UNI EU – 20 Definizione e classificazione degli acciai UNI

EU – 27 Designazione convenzionale degli acciai UNI 7856

Ghise grigie. Definizioni, classificazione e qualità.

Come acciai si definiranno i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio, limite che li separerà dalle ghise definite dalla UNI 7856 sopra richiamata.

La classificazione degli acciai, secondo la composizione chimica comprenderà due classi (cl. I : acciai non legati; cl. II : acciai legati), le quali, secondo le caratteristiche d'impiego, si divideranno in tre tipi (acciai di base, di qualità e speciali).

La designazione verrà convenzionalmente effettuata mediante simboli letterati e numerici esprimenti alcune caratteristiche di base (fisiche, chimiche e tecnologiche particolari) e, in caso di necessità, caratteristiche complementari.

Per la simboleggiatura, gli acciai saranno suddivisi in due gruppi principali:

Gruppo I : acciai designati partendo dalle loro caratteristiche meccaniche ed acciai designati partendo dall'impiego.

Gruppo II : acciai designati partendo dalla loro composizione chimica.

- c) Qualità, prescrizioni e prove: Ferma restando l'applicazione del D.P. 15 luglio 1925 che fissa le norme e condizioni per le prove e l'accettazione dei materiali ferrosi, per le prove meccaniche e tecnologiche dei materiali metallici oltre alle norme di unificazione relative ai materiali per strutture in acciaio, saranno rispettate quelle qui appresso elencate: C.D.U. 669.1/8:620.11/.17 Prove dei materiali metallici

Norme di argomento di particolare interesse:

UNI EU 18 Prove meccaniche dei materiali metallici.

Prelevamento e preparazione dei saggi e delle provette

UNI 556 Prova di trazione

UNI 562/1[^] - 75 Prova di durezza Rockwell (Scale C e B) UNI

558 Prova di compressione

UNI 562/2[^] - 75 Prova di durezza Rockwell (Scale N e T) UNI

559 Prova di flessione

UNI 564 Prova di piegamento

UNI 560/75 Prova di durezza Brinell UNI

1955-75 Prova di durezza Vickers

C.D.U. 669.13/.15 Ghisa, ferroleghie, acciai.

- d) Prodotti di acciaio: Saranno rispettate le norme contenute nell'argomento e relativi sub-argomento di cui alla seguente classifica decimale UNI:

C.D.U. 669.14/.15.002.62/.64 Semilavorati e prodotti di acciaio. Norme di argomento di particolare interesse (oltre quelle riportate nei sub - argomenti trattati in seguito);

UNI EU 21 Condizioni tecniche generali di fornitura per i prodotti d'acciaio.

UNI 7272-73 Prodotti d'acciaio - Definizioni e classificazione secondo le forme e le dimensioni.

Acciai per cemento armato

Generalità.

Dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 27 luglio 1985 (e successive modifiche ed integrazioni) riportante le "Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"

Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicare l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

- b) Acciai per barre tonde lisce e ad aderenza migliorata.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applica la norma UNI EU 21.

Il prelievo dei campioni ed i metodi di prova saranno effettuati secondo la UNI 6407-69 salvo quanto stabilito al punto 2.2.8.1., Parte 1^a del Decreto citato.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato alle UNI 556, UNI 564 ed UNI 6407-69, salvo indicazioni contrarie o complementari.

Gli acciai per barre tonde lisce dovranno possedere le proprietà indicate nella seguente tabella:

Gli acciai ad aderenza migliorata, caratterizzati dal diametro della barra tonda equipeseante, dovranno possedere le caratteristiche parzialmente indicate nella seguente tabella:

Acciai per barre ad aderenza migliorata. Proprietà meccaniche

CARATTERISTICHE MECCANICHE	DESIGNAZIONE DEL TIPO DI ACCIAIO	
	B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} N/mm ²	≥450	≥450
Tensione caratteristica di rottura f_{tk} N/mm ²	≥572	≥572
Allungamento A_{gt} %	≥7.5%	≥2,5%

Le barre inoltre dovranno superare con esito positivo prove di aderenza (secondo il metodo "Beam test") da eseguire presso un laboratorio ufficiale con le modalità specificate dalla norma CNR-UNI 10020-71.(1)

Per i controlli sulle barre di armature si richiama quanto riportato ai punti 2.2.8.2. e

2.2.8.3. Parte 1^a, delle "Norme tecniche".

Il controllo in cantiere sarà obbligatorio per gli acciai non controllati in stabilimento, facoltativo per gli altri.

c) Acciaio in fili lisci o nervati.

I fili lisci o nervati di acciaio trafilato di diametro compreso fra 4 e 12 mm, dovranno corrispondere, per l'impiego nel cemento armato, alle proprietà indicate nel prospetto III di cui al punto 2.2.4., Parte 1^ delle "Norme tecniche".

d) Reti di acciaio elettrosaldate.

Dovranno avere fili elementari di diametro compreso fra 4 e 12 mm e rispondere altresì alle caratteristiche riportate nel prospetto IV di cui al punto 2.2.5., Parte 1^, delle "Norme tecniche". La distanza assiale tra i fili elementari non dovrà superare i 35 cm.

Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente D.M. attuativo della legge 1086/71 (D.M. 17 gennaio 2018) e relative circolari esplicative. E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Sono a carico dell'impresa tutte le prove (in numero e tipologia), sugli acciai per calcestruzzo armato previste dal D.M. 14/01/2008 e richieste dal Direttore dei Lavori.

Art. 10 - Tubazioni

Tutte le tubazioni e la posa in opera relativa dovranno corrispondere alle caratteristiche indicate dal presente capitolato, alle specifiche espressamente richiamate nei relativi impianti di appartenenza ed alla normativa vigente in materia.

L'appaltatore dovrà, se necessario, provvedere alla preparazione di disegni particolareggiati da integrare al progetto occorrenti alla definizione dei diametri, degli spessori e delle modalità esecutive; l'appaltatore dovrà, inoltre, fornire dei grafici finali con le indicazioni dei percorsi effettivi di tutte le tubazioni.

Si dovrà ottimizzare il percorso delle tubazioni riducendo, il più possibile, il numero dei gomiti, giunti, cambiamenti di sezione e rendendo facilmente ispezionabili le zone in corrispondenza dei giunti, sifoni, pozzetti, etc.; sono tassativamente da evitare l'utilizzo di spezzoni e conseguente sovrannumero di giunti.

Nel caso di attraversamento di giunti strutturali saranno predisposti, nei punti appropriati, compensatori di dilatazione approvati dal direttore dei lavori. Le tubazioni interrato dovranno essere poste ad una profondità tale che lo strato di copertura delle stesse sia di almeno 1 metro.

Gli scavi dovranno essere eseguiti con particolare riguardo alla natura del terreno, al diametro delle tubazioni ed alla sicurezza durante le operazioni di posa. Il fondo dello scavo sarà sempre piano e, dove necessario, le tubazioni saranno poste in opera su un sottofondo di sabbia di 10 cm. di spessore su tutta la larghezza e lunghezza dello scavo.

Nel caso di prescrizioni specifiche per gli appoggi su letti di conglomerato cementizio o sostegni isolati, richieste di contropendenze e di qualsiasi altro intervento necessario a migliorare le operazioni di posa in opera, si dovranno eseguire le varie fasi di lavoro, anche di dettaglio, nei modi e tempi richiesti dal direttore dei lavori.

Dopo le prove di collaudo delle tubazioni saranno effettuati i rinterri con i materiali provenienti dallo scavo ed usando le accortezze necessarie ad evitare danneggiamenti delle tubazioni stesse e degli eventuali rivestimenti.

Le tubazioni non interrate dovranno essere fissate con staffe o supporti di altro tipo in modo

da garantire un perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno.

Le tubazioni in vista o incassate dovranno trovarsi ad una distanza di almeno 8 cm. (misurati dal filo esterno del tubo o del suo rivestimento) dal muro; le tubazioni sotto traccia dovranno essere protette con materiali idonei.

Le tubazioni metalliche in vista o sottotraccia, comprese quelle non in prossimità di impianti elettrici, dovranno avere un adeguato impianto di messa a terra funzionante su tutta la rete.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori per garantire la perfetta tenuta, nel caso di giunzioni miste la direzione lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi. L'appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera e provvederà anche all'impiego di supporti antivibrazioni o spessori isolanti, atti a migliorare il livello di isolamento acustico. Tutte le condotte destinate all'acqua potabile, in aggiunta alle normali operazioni di pulizia, dovranno essere accuratamente disinfettate.

Nelle interruzioni delle fasi di posa è obbligatorio l'uso di tappi filettati per la protezione delle estremità aperte della rete.

Le pressioni di prova, durante il collaudo, saranno di 1,5-2 volte superiori a quelle di esercizio e la lettura sul manometro verrà effettuata nel punto più basso del circuito. La pressione dovrà rimanere costante per almeno 24 ore consecutive entro le quali non dovranno verificarsi difetti o perdite di qualunque tipo; nel caso di imperfezioni riscontrate durante la prova, l'appaltatore dovrà provvedere all'immediata riparazione dopo la quale sarà effettuata un'altra prova e questo fino all'eliminazione di tutti i difetti dell'impianto.

Le tubazioni per l'acqua verranno collaudate come sopra indicato, procedendo per prove su tratti di rete ed infine sull'intero circuito; le tubazioni del gas e quelle di scarico verranno collaudate, salvo diverse disposizioni, ad aria o acqua con le stesse modalità descritte al comma precedente.

TUBAZIONI PER ACQUEDOTTI-FOGNATURE

Le tubazioni per acquedotti e fognature saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubi in cemento vibrocompresso;
- b) tubazioni in ghisa sferoidale UNI ISO 2531;
- c) tubi in acciaio saldati;
- d) tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV), UNI 9032 e 9033 (classe A);
- e) tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad PN 16) UNI 7611 tipo 312;
- f) tubazioni in polipropilene.

TIPI DI TUBAZIONI

Le caratteristiche di ciascun tipo di tubazione saranno definite dalla normativa vigente e dalle specifiche particolari previste per i diversi tipi di applicazioni o impianti di utilizzo; nel seguente elenco vengono riportate soltanto le indicazioni di carattere generale.

GIUNTO ELASTICO CON GUARNIZIONE IN GOMMA

Usato per condotte d'acqua ed ottenuto per compressione di una guarnizione di gomma posta all'interno del bicchiere nell'apposita sede.

TUBAZIONI IN PVC

Le tubazioni in cloruro di polivinile saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70°C. I giunti saranno del tipo a bicchiere incollato, saldato, a manicotto, a vite ed a flangia.

Art. 11 - Ancoraggi chimici

Caratteristiche “chimico-fisiche” della resina bicomponente in epossidacrilato:

- Peso specifico (200C): $\gamma = 1.6 \text{ g/cm}^3$
- Forza di aderenza a rottura: $\tau = \text{N/mm}^2$ in cls R'ck 300
- Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 20 \times 10^{-6}$
- Resistenza cubica a compressione : $R'_{ck} = 770 \text{ kg/cm}^2$

Modulo elastico a compressione : $E = 590.000 \text{ kg/cm}^2$

Le caratteristiche della resina sono le seguenti:

- resistenza all'umidità e all'acqua
- resistenza alle ciclicità termiche con temperature comprese tra -200C e +400C
- resistenza alle alte temperature fino a 120-1400C
- alta resistenza agli alcali e quindi perfetta compatibilità con il cls e le murature più comuni;
- resistenza a carichi di natura statica, dinamica, a fatica.

Nel caso specifico la resina dovrà avere caratteristiche di superfluidità onde consentire una corretta saturazione del preforo.

Art. 12 – Barriere di sicurezza, parapetti e corrimano

Dovranno essere realizzate conformemente a quanto previsto dal Decreto 3/06/1998 e dal Decreto 13 giugno 1999 del Ministero dei LL.PP.e successive modificazioni o integrazioni.

ZINCATURA A CALDO PER IMMERSIONE con quantità minima di gr. 500/mq.

Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili. Le barriere stradali di sicurezza da impiegare dovranno essere munite di marcatura

CE rilasciata da Enti di Certificazione o Laboratori notificati dalle Autorità Governative Nazionali dell'Unione Europea (per l'Italia

il Ministero dello Sviluppo Economico); dovrà inoltre essere consegnato al Direttore dei Lavori il relativo Certificato di Omologazione rilasciato ai sensi del D.M. n. 2367 del 21.06.2004 o, in sua assenza, la Certificazione contenente il rapporto di prova rilasciato da campi prova attrezzati dotati di certificazione secondo le norme ISO EN 17025. La Ditta appaltatrice sarà responsabile della conformità del prodotto fornito rispetto alle certificazioni presentate e della rispondenza dell'opera alle prescrizioni di esecuzione e alle modalità di posa.

Le barriere stradali saranno dimensionate in relazione al problema da risolversi sulla base di un progetto esecutivo, a firma di un ingegnere abilitato; i relativi oneri saranno a carico della Ditta appaltatrice. Sono escluse da tale adempimento le installazioni relative a strade con velocità di progetto inferiore a 70 Km/h e i ripristini di danni localizzati su barriere già in esercizio. Gli interventi di manutenzione straordinaria finalizzati all'adeguamento dei dispositivi di ritenuta a più elevati standard di sicurezza, indipendentemente dalla loro estensione, dovranno invece essere oggetto della progettazione esecutiva di cui sopra, a firma di un ingegnere abilitato.

La classe minima della barriera da installare sarà definita ai sensi del D.M. n. 2367 del 21.06.2004 in base alla tipologia di strada, alla tipologia di traffico e alla destinazione della barriera stessa (spartitraffico, bordo laterale o bordo ponte).

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere e gli altri dispositivi si dividono nei

seguenti tipi:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa 2/3 prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel Certificato di Omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista.

Il progettista delle installazioni dovrà curare mediante specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi omologati, o per i quali siano stati redatti rapporti di prova, alla sede stradale, con particolare riferimento ai terreni di supporto, ai sistemi di fondazione, allo smaltimento delle acque, alle zone di approccio e di transizione.

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta dovranno avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione.

All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali dovranno essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto.

Nell'installazione potranno essere tollerate, a totale discrezione della Direzione dei Lavori, piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili).

Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della Ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del committente, nella persona del Direttore dei Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

La scelta dei dispositivi di sicurezza stradale da impiegare dovrà essere conforme ai criteri previsti dall'art. 6 dell'allegato al D.M. 21.06.2004, n. 2367, facendo riferimento alle Norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4, specificando che, ove reputato necessario dal progettista, potranno essere utilizzati dispositivi della classe superiore a quella minima indicata; parimenti potranno essere utilizzati, solo su strade esistenti, barriere o dispositivi di classe inferiore a quelli indicati, se le strade hanno dimensioni trasversali insufficienti, per motivi di riduzione di visibilità al sorpasso o all'arresto, per punti singolari come pile di ponte senza spazio laterale o simili.

Ai fini della classificazione della severità degli impatti verranno utilizzati l'Indice di severità della accelerazione, A.S.I., l'Indice velocità teorica della testa, T.H.I.V., e l'Indice di decelerazione della testa dopo l'impatto, P.H.D., come definiti nelle norme UNI EN 1317, parte 1 e 2.

Qualora la Ditta appaltatrice abbia installato barriere di sicurezza stradale non conformi alla

normativa vigente o in difformità rispetto alle prescrizioni progettuali o del Certificato di Omologazione, e/o non rispondenti alle prescrizioni a seguito di accertamenti di laboratorio, la Ditta appaltatrice è tenuta a sostituire, nel minor tempo possibile, a proprie cura e spese, tutto il materiale che non dovesse essere conforme alle prescrizioni richieste.

Ad intervalli non superiori a m 4,00, dovranno essere installati dispositivi rifrangenti aventi area non inferiore a cm² 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale del tipo previsto dal Certificato di Omologazione.

a) DISPOSITIVI DI RITENUTA A PROTEZIONE DEI PUNTI SINGOLARI

Ai sensi dell'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. n. 2367 del 21.06.2004 sulle strade esistenti i punti singolari quali pile di ponte senza spazio laterale o simili potranno essere protetti mediante dispositivi in parte difformi da quelli indicati, curando in particolare la protezione dagli urti frontali su detti elementi strutturali. Le protezioni dei punti singolari verranno definite dal progettista delle installazioni che potrà, sotto la sua personale responsabilità, adottare soluzioni non necessariamente corrispondenti ad uno specifico prodotto omologato o assoggettato a prova di crash.

b) BARRIERE DI SICUREZZA BORDO PONTE

Le barriere di sicurezza da installare in corrispondenza dei ponti o di altri manufatti, a prescindere dalla luce o dall'altezza sul piano di campagna, dovranno presentare una protezione di classe minima H2; se l'installazione è prevista su cordolo in cemento armato la tipologia da adottare dovrà essere sempre del tipo bordo ponte.

c) BARRIERE DI SICUREZZA A DOPPIA ONDA

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o travi di ripartizione. Le fasce saranno costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra mt. 3.00 e 4.00 muniti, all'estremità, di una serie di 9 fori per assicurare gli ancoraggi al nastro successivo ed al sostegno, aventi spessore minimo di mm 2.5, altezza effettiva non inferiore a mm. 300, sviluppo non inferiore a mm 475, modulo di resistenza non inferiore a 25 cmc. Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm 32, eseguita in modo tale che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue. I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, a ferma ruota in profilo presso piegato di idonee sezioni e spessore. I distanziatori saranno interposti tra le fasce ed i montanti prevedendone il collegamento tramite bulloneria. Tali sistemi di attacco saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriamola antisfilamento. Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66. I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali ed orizzontali. Le fasce ed i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a m 50 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali. Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce. Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino

pressoché normali all'asse stradale.

d) BARRIERE DI SICUREZZA A TRIPLA ONDA

La barriera metallica stradale di sicurezza a tre nervature, a dissipazione controllata di energia, sarà costituita da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a tripla onda fissate ad una serie di sostegni in profilati metallici. Le fasce avranno un profilo a tre nervature con sviluppo non minore di mm.749 ed altezza non minore di mm.508, larghezza non minore di mm. 82,5 e spessore \geq a 2.5 mm.. Esse saranno forate nella previsione di installarle su montanti ad interasse di mm. 1500 e mm. 2250 o mm. 1333 e mm.2000. Dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova (crash-test). Saranno previsti elementi strutturali diversi come travi superiori cave, diagonali tubolari interne nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (crash-test) e al progetto esecutivo. In particolare le diagonali tubolari devono rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro trasversale tra fascia e fascia nel caso di barriere spartitraffico e tra fascia e tenditore posteriore nel caso di barriere singole. Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a cm 32, eseguita in modo tale che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue; la congiunzione tra fasce sarà realizzata mediante almeno 12 bulloni, più due bulloni di congiunzione tra fascia e distanziatore.

I montanti metallici ed i ferma ruota dovranno avere idonee caratteristiche sia dimensionali che formali. Tra la fascia metallica ed i montanti saranno interposti idonei elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento che devono assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua.

I sostegni potranno essere collegati posteriormente da un tenditore; i sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera, sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali ed orizzontali. Il distanziatore dovrà collegarsi all'elemento di sganciamento ed al sostegno verticale tramite due bulloni, in casi particolari è consentito l'utilizzo di distanziatori accorciati di larghezza non inferiore di mm. 340. I sistemi di attacco (bulloni e copriasola) debbono impedire che, per effetto di allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce e saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriamola antisfilamento. Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

e) CARATTERISTICHE DEI PARAPETTI METALLICI

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte e, cioè, da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a m 1,15 dal piano della pavimentazione finita. I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. dei LL.PP. 4 maggio 1990 punto 3.11., alle circolari dinanzi citate, alle successive modifiche ed integrazioni. I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018 e successive modifiche ed integrazioni, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà far

riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali. I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte ed opportunamente fissati. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni indicate dalla Direzione dei Lavori così pure il ripristino delle superfici manomesse.

La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interesse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2,4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia.

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66. Ad interesse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

f) PROVE STATICHE SULLE BARRIERE IN ACCIAIO

Le prove statiche sulle barriere verranno eseguite presso Laboratorio autorizzato, in rapporto all'impiego al quale tali barriere sono destinate ed ai dati di calcolo delle barriere stesse ricavati dal progetto esecutivo fornito dalla ditta costruttrice.

Ai fini del controllo tali prove dovranno essere richieste dal Direttore dei Lavori e dovranno comunque, essere allegate agli atti di contabilità finale.

In corso d'opera si effettueranno inoltre i seguenti controlli:

- verifica dell'altezza della fascia dal piano stradale;
- verifica dell'interesse minimo dei sostegni delle fasce;
- verifica della conformità dei collegamenti e delle sovrapposizioni delle fasce;
- verifica della conformità e della distanza dei dispositivi rifrangenti sulle barriere.
- verifica di ogni altro dimensionamento previsto dalla progettazione esecutiva.

Le suddette verifiche saranno annotate sulla relativa scheda di controllo allegata al

P.C.Q. ed effettuate in ragione di 1 prova ogni 1000 ml. di barriera e comunque al minimo di 1 prova per ogni barriera realizzata.

g) BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA IN LEGNO-ACCIAIO

Oltre ad avere i requisiti di cui al precedente comma 5.e.1, le barriere di sicurezza in legno-acciaio dovranno avere le seguenti caratteristiche generali:

- Fascia orizzontale superiore e fascia orizzontale inferiore (corrente di base) realizzate dall'assemblaggio di pali in legno di prima scelta, lavorati e trattati in autoclave con prodotti idonei alla lunga conservazione del materiale, con anima di acciaio Fe 360 o acciaio corten 510,
- Montante in acciaio corten 510 o, in alternativa, in profilato di acciaio zincato Fe 360 o con opportuno rivestimento in legno come sopra su ambo i lati;
- Attenuatore d'urto interposto tra il montante verticale e la fascia orizzontale di in acciaio Fe 360 o acciaio corten 510; Serie di bulloni a testa tonda in acciaio ad alta resistenza da

16MA di varie lunghezze con relative rondelle e bulloni.

Art. 13 - Lavori di rivestimento vegetale

I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, secondo il migliore magistero. Tutte le opere non eseguite a perfetta regola d'arte, o secondo le prescrizioni impartite, dovranno essere demolite e ricostruite a spese dell'Impresa.

La delimitazione delle aree da rivestire con manto vegetale, sarà effettuata in sede di consegna dei lavori ed avrà riferimento ai picchetti delle progressive della strada e dei rami di svincolo.

L'Impresa dovrà eseguire, con terreno agrario, le eventuali riprese di erosioni che possono verificarsi prima degli impianti a verde; le riprese saranno profilate con la inclinazione fissata dalle modine delle scarpate.

L'Impresa non potrà modificare i piani inclinati delle trincee e dei rilevati che, anche dopo il rivestimento del manto vegetale dovranno risultare perfettamente regolari e privi di buche, ormaie od altro, compiendo a sua cura e spese, durante l'esecuzione dei lavori, e fino a collaudo, le riprese occorrenti per ottenere nelle scarpate, una perfetta sistemazione.

In particolare si prescrive che, nell'esecuzione dei lavori di impianto, l'Impresa debba procedere in modo da non danneggiare i cigli del rilevato, mantenendo le scarpate con l'inclinazione posseduta e evitando qualsiasi alterazione, anche prodotta dal pedonamento degli operai.

Art. 14 – Trincee drenanti

Per trincee di modesta profondità ($6 \div 7$ m) è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante.

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura), senza aggiunta di leganti.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 50.

Si dovrà prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Sul fondo dello scavo si disporrà un tubo drenante, corrugato e formato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm, per la raccolta delle acque drenate.

Il cavo rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i fogli

di geotessile e si ritomberà il tutto con argilla compattata.

Art. 15 – Dreni suborizzontali - microdreni

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua o di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali. Le caratteristiche dei dreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione saranno definite dal progetto; l'Impresa dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla D.L. eventuali proposte di variazioni rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

CARATTERISTICHE DEI TUBI FILTRANTI

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza, e apertura della fessurazione) conforme al progetto. Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2,5 mm, l'apertura della finestratura di 0,2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40 mm.

Il tratto cieco avrà diametro interno uguale a quello del tratto finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 m, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta.

La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta.

La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20÷40 ore.

È ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%. Al termine della perforazione il foro sarà energicamente lavato con acqua pulita. Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con interasse inferiore a 10 m.

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe di acciaio sporgenti.

Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella tabella seguente: *CARATTERISTICHE MINIME E LIMITI DI ACCETTABILITÀ DEI GEOTESSILI PER DRENAGGI*

spessore 2.5 mm

peso 300 g/m²

resistenza a trazione (UNI 8639) 350 N/5 cm

allungamento (UNI 8639) 70%

trazione trasversale (UNI 8639) 500 N/5 cm

allungamento trasversale (UNI 8639) 30%

permeabilità 5 10⁻³ cm/sec

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido; la lancia scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini

opportunamente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno.

Il lavaggio sarà eseguito a partire da fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi di esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

Art. 16 – Modalità di esecuzione dei lavori di sovrastruttura stradale e qualità dei materiali

Sarà obbligo dell'Appaltatore di adottare, nella esecuzione dei lavori, tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire la vita degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni a beni pubblici e privati.

L'impresa è obbligata agli adempimenti previsti dal Decreto Legislativo n.494 del 14-8-1996 e successive modifiche in attuazione alle direttive CEE 89/391 del 12/6/1989 e 92/57 del 24/6/1992 concernenti le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili. I lavori di cui ai presente appalto dovranno essere condotti in conformità delle disposizioni contenute nel "piano di sicurezza" di progetto, che forma parte integrante del contratto di appalto, ai sensi e per gli effetti del D.Lgs.vo 494/96.

L'impresa, appaltatrice, partecipando all'appalto, DICHIARA di avere approfondita conoscenza e motivata convinzione della buona formulazione del piano di sicurezza.

L'impresa dovrà nominare un proprio RESPONSABILE TECNICO ABILITATO PER LA SICUREZZA, che può coincidere con in direttore di Cantiere, per recepire ed attuare tutte le disposizioni normative in materia, derivanti dal piano di sicurezza e quelle IMPARTITE DAL COORDINATORE PER L'ESECUZIONE.

Il Responsabile della sicurezza dell'impresa dovrà ammettere in cantiere esclusivamente i lavoratori ed i visitatori che si attengono alle prescrizioni impartite.

Viene esplicitamente convenuto che il coordinatore per l'Esecuzione dei lavori potrà richiedere il "piano particolare di sicurezza" per le lavorazioni ritenute di particolare rischio; la redazione di tale piano resta, per patto espresso, a carico dell'impresa Appaltatrice.

In caso di inottemperanza a qualsivoglia obbligo precisato nel Piano di sicurezza e Coordinamento per l'Esecuzione, l'impresa dovrà ottemperare entro il limite indicato, alle disposizioni che riceverà al riguardo.

Qualora, inoltre, il Coordinatore della sicurezza per l'Esecuzione disponga, ai sensi del D.lgs.vo 81 del 2008, la sospensione di lavorazioni eseguite senza le necessarie predisposizioni prescritte dal Piano di Sicurezza e Coordinamento, ciò non costituirà titolo per l'impresa a richiedere proroghe alla scadenza contrattuale, essendo imputabile a fatto e colpa dell'impresa stessa.

In caso di mancato positivo riscontro e di perdurante inosservanza della disposizione di sicurezza impartita, l'impresa verrà formalmente DIFFIDATA E POSTA IN MORA per gravi e/o ripetute violazioni della sicurezza, che costituiscono causa di risoluzione del contratto ai sensi della normativa sui lavori pubblici.

L'impresa conviene con l'Ente Appaltante che, nelle more dell'emissione dell'apposito Regolamento,

il Coordinatore per l'Esecuzione stabilisce quali violazioni della sicurezza determinano la risoluzione del contratto e l'impresa si impegna a risarcire la Provincia di Reggio Emilia di ogni danno derivante da tale circostanza, senza opporre eccezioni, a qualsiasi titolo, in ordine alla rescissione del contratto.

Per lo svolgimento dei lavori oggetto del presente Capitolato Speciale di Appalto, l'impresa, quale datore di lavoro, è obbligata nei riguardi dei propri dipendenti all'osservanza delle norme stabilite ai sensi del D.lgs.vo 81 del 2008.

Il datore di lavoro deve comunicare prima dell'inizio dei lavori il nominativo delle persone responsabili del servizio di prevenzione e salute sul luogo di lavoro.

Egli, sia che svolga direttamente i compiti propri del servizio di prevenzione, sia che abbia designato responsabili, deve trasmettere, sempre prima dell'inizio dei lavori, copia conforme della dichiarazione attestante il possesso delle attitudini e capacità adeguate di svolgimento dei compiti di prevenzione e protezione dai rischi, corredata da copia di attestazione di frequenza del corso di formazione.

Resta convenuto che, qualora per mancanza, insufficienza od inadempienza di segnalazioni nei lavori, in relazione alle prescrizioni del Nuovo Codice della Strada e dal relativo Regolamento di esecuzione, già citati, che interessano o limitano la zona riservata al traffico dei veicoli e dei pedoni, dovessero verificarsi danni alle persone o alle cose, l'impresa terrà sollevata ed indenne la Provincia di Reggio Emilia ed il personale da essa dipendente da qualsiasi pretesa o molestia, anche giudiziaria, che potesse provenirle da terzi e provvederà a suo carico al completo risarcimento dei danni che si fossero verificati.

Sino che non sia intervenuta, con esito favorevole, il collaudo ovvero la visita per il certificato di regolare esecuzione delle opere, la manutenzione delle opere stesse, già compiute, verrà tenuta a cura e spese dell'impresa.

Questa, anche in presenza del traffico esistente sulla strada, eseguirà la manutenzione portando il minimo possibile turbamento al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare la Provincia di Reggio Emilia.

Per gli oneri che ne derivassero, essa Impresa, non avrà alcun diritto a risarcimento o rimborso.

L'impresa sarà responsabile, in sede civile e penale, dell'osservanza di tutto quanto specificato in questo articolo.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione, il collaudo o la predetta visita, e salvo le maggiori responsabilità sancite dall'art.1669 del C.C., l'Impresa sarà garante delle opere eseguite, restando a suo esclusivo carico le riparazioni, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante detto periodo l'impresa curerà la manutenzione tempestivamente e con ogni cautela, provvedendo, di volta in volta, alle riparazioni necessarie senza interrompere il traffico e senza che occorran particolari inviti da parte della Direzione Lavori, ed eventualmente a richiesta insindacabile di questa, mediante lavoro notturno.

Ove l'impresa non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione dei Lavori con invito scritto, si procederà di Ufficio, e la spesa sarà addebitata all'impresa stessa.

Per ragioni particolari, relative alle condizioni climatiche, sia per altre cause, potrà essere concesso all'impresa di procedere alle riparazioni con provvedimenti di carattere provvisorio, salvo provvedere alle riparazioni definitive, appena possibile.

Qualora, nel periodo compreso tra l'ultimazione dei lavori e il collaudo si verificassero delle variazioni, ammaloramenti per fatto estraneo alla buona esecuzione delle opere eseguite

dall'impresa, questa ha l'obbligo di notificare dette variazioni od ammaloramenti all'Amministrazione entro cinque (5) giorni naturali consecutivi dal loro verificarsi, affinché la stessa possa procedere tempestivamente, alle necessarie constatazioni.

All'atto del collaudo o della verifica della regolare esecuzione, i lavori dovranno apparire in stato di ottima conservazione.

Quando i rifacimenti manutentori apportati dall'Impresa nel periodo in cui la manutenzione è stata a suo carico, ammontino complessivamente, all'atto della visita, a più di un decimo dell'importo, la Provincia di Reggio Emilia potrà rifiutare la regolare esecuzione dell'intera estensione della medesima, riservandosi la richiesta dei danni conseguenti.

Premessa

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni ed ai materiali stradali si fa riferimento alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 169 del 1994. Le parti del corpo stradale sono così suddivise:

- a) sottofondo (terreno naturale in sito o sull'ultimo strato del rilevato);
- b) sovrastruttura, così composta:
 - 1. fondazione, cementata, bitumata o stabilizzata meccanicamente;
 - 2. base, in genere bitumata
 - 3. strato superficiale (collegamento e usura) bitumate.

In linea generale, salvo diversa disposizione della Direzione dei lavori, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 1,5-2,0%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,0-5,0%.

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

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei lavori, anche in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio. L'Impresa indicherà alla Direzione dei lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso Laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante. Per il controllo delle caratteristiche, tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere o presso gli stessi laboratori ufficiali.

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

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

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

La segnaletica da utilizzare deve soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione della sua collocazione.

Le attrezzature ed i mezzi di proprietà, o comunque forniti dall'impresa devono possedere

idonee caratteristiche e requisiti in linea con le più recenti tecnologie e con ogni norma legislativa e regolamentare avente comunque attinenza.

I mezzi devono inoltre essere tutti omologati dalla Motorizzazione Civile secondo le vigenti Norme del Nuovo Codice della Strada.

Al fine di soddisfare gli adempimenti del D.M. 30/12/1997, inerenti il sistema di garanzia della qualità per le imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale:

1. Le imprese costruttrici di segnaletica stradale verticale devono essere in possesso dei requisiti previsti dall'art.45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285; devono inoltre adottare un sistema di garanzia della qualità rispondente ai criteri ed alle prescrizioni contenute nelle norme europee internazionali UNI EN 9001/2, e deve essere certificato da un organismo accreditato ai sensi delle norme della serie UNI EN 45000.

2. Le imprese di cui sopra devono altresì possedere la certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.

3. L'Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, avvalendosi, quando ritenuto necessario, del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, può prescrivere alle imprese interessate adeguamenti o modifiche al sistema di garanzia della qualità adottato, anche per uniformare i comportamenti dei vari costruttori di segnali.

L'Impresa dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, ad allestire tutte le opere di difesa, mediante sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con cavalletti, luci e fari, nonché con i segnali prescritti dal Nuovo Codice della Strada approvato con D.L. 30.4.1992 n. 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione, approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495, dal D.P.R. n.610 del 16.09.96 e dalla circolare del Ministro LL.PP. n.2900 del 20.11.1993.

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

In particolare l'impresa, nell'esecuzione dei lavori, dovrà attenersi a quanto previsto dalla Circolare n.2357 emanata il 16-5-1996 dal Ministero dei LL.PP. (Pubblicata nella G.U. n.125 del 30-5-1996) in materia di fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale.

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 dei 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 valere titolo di compenso ed indennizzo per non concessa limitazione o sospensione del traffico di una strada o tratto di strada, restando riservata alla Direzione dei Lavori la facoltà di apprezzamento di tale necessità.

I lavori e le somministrazioni appaltati a misura saranno liquidati in base ai prezzi unitari che risultano dall'elenco allegato al presente Capitolato, con la deduzione del ribasso offerto.

Tali prezzi comprendono:

- A) PER I MATERIALI: ogni spesa per la fornitura, trasporti, cali, perdite, sprechi, ecc., nessuna eccettuata, per darli a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, anche se fuori strada;
- B) PER GLI OPERAI E MEZZI D'OPERA: ogni spesa per fornire i medesimi di attrezzi ed utensili del mestiere nonché le quote per assicurazioni sociali;
- C) PER NOLI: ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari ed i mezzi d'opera pronti per l'uso;
- D) PER I LAVORI: tutte le spese per i mezzi d'opera provvisori, nessuna esclusa, e quanto altro occorra per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, intendendosi nei prezzi stessi compreso ogni compenso per gli oneri tutti che l'impresa dovrà sostenere a tale scopo.

I prezzi medesimi diminuiti del ribasso offerto e sotto le condizioni tutte del contratto e del presente Capitolato Speciale, si intendono offerti dall'impresa, in base a calcoli di sua convenienza, a tutto suo rischio, e quindi invariabili durante tutto il periodo dei lavori e delle forniture ed indipendenti da qualsiasi eventualità.

Per i lavori previsti nel presente contratto non è ammessa la revisione dei prezzi contrattuali e non si applica il primo comma dell'art.1664 del C.C.

Ai sensi del comma 4 dell'articolo 133 del D. Lgs. 163/2006 è ammessa la compensazione in caso di variazione dei prezzi dei singoli materiali in aumento e diminuzione per la percentuale eccedente il 10%.

Strati di fondazione

- A.1.1 - 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 DI PROVA	SIMBOLO	UNITÀ	VALORE LIMITE	
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D _{max}	m	≤40	
Requisito di granulometria (per ogni	UNI EN 933-1	G _c	%	-	
Resistenza all	UNI EN 1097-2	LA	%	≤30	

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – NORME TECNICHE

Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	F	%	≤1	
Percentuale di superfici	UNI EN 933-5	C	%	≥70	
Coefficiente d	UNI EN 933-3	FI	%	≤35	
Coefficiente di forma	UNI EN 933-4	SI	%	≤35	
Equivalente 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 DI PROVA	SIMBOLO	U M	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	PASSANTE IN MASSA
(mm)	(%)
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	±5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	±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 DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Densità in situ (rispetto alla densità massima Proctor)	DIN 18125 – UNI EN 13286-2	-	%	> 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 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 necessari, 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.

• A.1.2 - 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 DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	
Dimensione massima	UNI EN 933-1	D_{max}	mm	≤ 40	
Requisito di granulometria (per ogni	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	

Equivalente 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		FUSO GRANULOMETRICO (per misto granulare legato con cemento prodotto in	
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 pestello Proctor, la miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm 50,8 peso pestello Kg 4,54, altezza di caduta cm 45,7).

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;
- numero giri: 180
- Kg di materiale 4,5 introdotto nella

fustella. 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.

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	±5%
Aggregato fine (passante al setaccio 2 mm e trattenuto al setaccio 0,063 mm)	±2%

I provini della miscela di misto cementato preparata in laboratorio dovranno essere maturati a 7 giorni alla temperatura di 40°C e termostatati a 25°C per 4 ore prima della prova di rottura; la miscela dovrà avere le caratteristiche conformi ai requisiti riportati nella tabella seguente:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLA MISCELA IN MISTO CEMENTATO

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza a compressione a 7 gg	UNI EN 13286-41	R _c	MPa	da 2,5 a 5,5
Resistenza a trazione indiretta a 7 gg	UNI EN 13286-42	R _t	MPa	0,35 ≤ R _t ≤ 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 DI PROVA	SIMBOLO	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/m m 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	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; qualora l'Impresa dovesse procedere con la bagnatura della superficie si dovrà evitare di creare uno strato fangoso.

La stesa verrà eseguita mediante macchine vibrofinitrici; l'addensamento dello strato dovrà essere effettuato con rulli a due ruote vibranti da 10t 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÷1,5 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.

Strati della pavimentazione

- *B.1 - CONGLOMERATI BITUMINOSI*

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.

- **SCARIFICAZIONI E FRESATURE DI PAVIMENTAZIONI**

Il disfaccimento delle pavimentazioni stradali deve effettuarsi con tutte le più attente precauzioni in modo da interessare la minore superficie possibile e da non danneggiare l'eventuale pavimentazione circostante.

- **SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali si dovrà procedere a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massiciata 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.

- **B.1.1 - GEOTESSILE**

Il telo "geotessile" adoperato come strato anticontaminante, rinforzo, armatura o drenaggio, sarà pagato a metro quadrato secondo la superficie effettivamente ricoperta dal telo, ed in base alla resistenza a trazione del telo stesso, essendo compreso e compensato nel prezzo di Elenco

ogni onere per la fornitura, posa in opera, sfridi, sovrapposizioni, saldature.

Qualora previsto nel progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire un geotessile non tessuto all'interfaccia tra lo strato di base e la fondazione in misto granulare, con funzione di separazione (anticontaminante), drenante e di ripartizione dei carichi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DEL GEOTESSILE			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE
			LIMITE
<i>Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia</i>	<i>UNI EN ISO 10319</i>	<i>kN/m</i>	<i>≥ 17</i>
<i>Resistenza al punzonamento statico</i>	<i>UNI EN ISO 12236</i>	<i>kN</i>	<i>≥ 3,0</i>
<i>Apertura efficace dei pori d_{90}</i>	<i>UNI EN ISO 12956</i>	<i>μm</i>	<i>≤ 100</i>
<i>Spessore massimo sotto 2 kPa.</i>	<i>UNI 8279/2</i>	<i>mm</i>	<i>≤ 2,7</i>

Il geotessile sarà del tipo non tessuto costituito al 100% con fibre di polipropilene o poliestere, coesionate mediante agugliatura meccanica con esclusione di collanti o altri componenti chimici; inoltre dovrà presentare una superficie rugosa, dovrà apparire uniforme, essere resistente agli agenti chimici, essere imputrescibile ed atossico.

La posa del geotessile sarà effettuata sul piano dello stabilizzato, previa rullatura dello stesso e spruzzatura di emulsione bituminosa cationica, al 55%, in ragione di 1 kg/m² di residuo secco bituminoso.

La larghezza del geotessile deve essere tale da inserirsi perfettamente nel cassonetto, senza formare bordi o risalti. Al fine di permettere un'ottimale disposizione del geotessile nel cassonetto è tollerata una larghezza massima di 2 cm inferiore a quella del cassonetto cui dovrà essere posato. E' necessario che i sormonti, sia nella testata sia in senso longitudinale, garantiscano una sovrapposizione di almeno 20 cm e che gli stessi vengano cosparsi di emulsione per garantire aderenza e continuità. Inoltre nei tratti in curva è necessario apportare idonei tagli, con opportune sovrapposizioni al fine di assicurarne la continuità. Durante la messa in opera il telo deve essere teso sufficientemente per non creare deformazioni (grinze, pieghe, ecc.).

• B.1.2 - GEOGRIGLIA

Qualora previsto in progetto, l'Impresa dovrà provvedere ad inserire una geogriglia tra gli strati portanti della pavimentazione, con funzione di rinforzo e di barriera alla propagazione verso la superficie di lesioni preesistenti nei vecchi conglomerati bituminosi.

Le caratteristiche del prodotto utilizzato devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA GEOGRIGLIA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
<i>Resistenza alla trazione sia in senso longitudinale sia trasversale.</i>	<i>UNI EN ISO 10319</i>	<i>kN/m</i>	<i>≥ 100</i>

La rete di maglia quadrata di lato 12,5 x 12,5 mm dovrà essere costituita da filamenti di fibra di vetro con resistenza a temperature minime di 700 °C e dovrà inoltre essere ricoperta con uno strato di polimeri elastomerici che ne permettano l'adesività.

Le sovrapposizioni tra le diverse strisciate dovranno avvenire secondo le indicazioni del Direttore dei lavori.

• **B.1.3 - MANO D'ATTACCO**

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di emulsione bituminosa eseguita prima della stesa del conglomerato con lo scopo di migliorare e garantire l'adesione ed il perfetto ancoraggio tra gli strati della pavimentazione.

La mano d'attacco deve sempre essere effettuata tra gli strati di conglomerato bituminoso e secondo le indicazioni della D.L. tra il misto cementato e lo strato di base.

Salvo diverse disposizioni del Progettista, dovrà essere utilizzata emulsione bituminosa cationica (acida) a media rottura designata, in conformità alla norma UNI EN 13808.

Le caratteristiche dell'emulsione bituminosa per la realizzazione della mano d'attacco devono essere conformi ai requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE BITUMINOSA			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
<i>Polarità</i>	<i>UNI EN 1430</i>	-	<i>Cationica</i>
<i>Contenuto di legante+flussante</i>	<i>UNI EN 1431</i>	%	<i>> 55+/-2</i>
<i>Contenuto d'acqua</i>	<i>UNI EN 1428</i>	%	<i>45+/-2</i>
<i>Contenuto di flussante</i>	<i>UNI EN 1431</i>	%	<i>< 3</i>
<i>Indice di rottura</i>	<i>UNI EN 13075-1</i>	-	<i>da 70 a 130</i>
<i>Sedimentazione a 7 giorni</i>	<i>UNI EN 12847</i>	%	<i>< 10</i>
<i>Penetrazione a 25°C (sul residuo)</i>	<i>UNI EN 1429</i>	<i>dmm</i>	<i>da 70 a 220</i>
<i>Punto di rammollimento (sul</i>	<i>UNI EN 1427</i>	°C	<i>da 40 a 45</i>
<i>Punto di rottura FRAAS (°C) (sul residuo bituminoso)</i>	<i>UNI EN 12593</i>		<i>≤ -8</i>

Prima della stesa della mano d'attacco l'Impresa dovrà rimuovere tutte le impurità presenti, e provvedere ad una accurata pulizia del piano di stesa.

La superficie trattata dovrà risultare perfettamente coperta da uno strato omogeneo di prodotto, compresi i bordi verticali del cavo eventualmente fresato.

• **B.1.4 - MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE**

Per membrana impermeabilizzante si intende quello strato di legante bituminoso modificato che svolge contemporaneamente le funzioni di ancoraggio dello strato superiore, mano d'attacco, e di impermeabilizzazione dello strato inferiore. È prevista sotto gli strati di usura antisdrucchiolo (SMA).

A seconda del legante utilizzato può essere costituita da uno strato di bitume modificato o di emulsione da bitume modificato.

Nel primo caso dovrà essere impiegato bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato

(tipo HARD).

Il bitume modificato verrà distribuito sulla sede stradale asciutta, preventivamente pulita e depolverizzata, mediante serbatoio semovente munito di barra spruzzatrice e di pompa dosatrice. Per stendere il legante l'Impresa dovrà utilizzare macchine spruzzatrici dotate di unità autonoma di riscaldamento.

Il legante, riscaldato alla temperatura di circa 180°C, dovrà essere spruzzato in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale in quantità di 1,0 kg/m²; la tolleranza ammessa è di $\pm 0,1$ kg/m². Dosaggi differenti dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

Nel secondo caso dovrà essere impiegata emulsione bituminosa proveniente bitume ad alta viscosità, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), conforme ai requisiti specificati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO			
REQUISITO	METODO DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
<i>Contenuto di legante+flussante</i>	<i>UNI EN 1431</i>	%	<i>>67+/-2</i>
<i>Contenuto d'acqua</i>	<i>UNI EN 1428</i>	%	<i><30+/-2</i>
<i>Contenuto di flussante</i>	<i>UNI EN 1431</i>	%	<i><3</i>
<i>Indice di rottura</i>	<i>UNI EN13075-1</i>	-	<i>da 70 a 130</i>
<i>Sedimentazione a 7 giorni</i>	<i>UNI EN 12847</i>	%	<i><10</i>
<i>Determinazione del potere pH</i>	<i>UNI EN 12850</i>	-	<i><6</i>
<i>Penetrazione a 25°C (sul residuo)</i>	<i>UNI EN 1429</i>	<i>dmm</i>	<i>da 40 a 70</i>
<i>Punto di rammollimento (sul</i>	<i>UNI EN 1427</i>	°C	<i>> 65</i>
<i>Punto di rottura Fraass</i>	<i>UNI EN 12593</i>	°C	<i>≤ -18</i>

La quantità di emulsione bituminosa modificata spruzzata a caldo dovrà essere calibrata in modo da ricoprire con spessore omogeneo la superficie stradale, stesa in ragione di kg 1,5 kg/m² corrispondente a circa 1 kg/m² di residuo secco bituminoso; la tolleranza ammessa è di $\pm 0,1$ kg/m² di residuo secco.

Dopo la spruzzatura della membrana impermeabilizzante verrà sparso un sottile velo di filler con macchinari idonei. Il filler dovrà provenire dalla frantumazione di rocce, preferibilmente, calcaree ed avrà una funzione antiaderente per consentire quindi il transito dei mezzi senza che la membrana venga danneggiata.

La quantità di filler deve essere la minima necessaria per impedire l'incollaggio delle ruote dei mezzi ed evitare eventuali rifluimenti della mano di attacco.

In alternativa al filler, in presenza di umidità elevata, potrà essere utilizzato il pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8 da utilizzarsi secondo le seguenti modalità.

Immediatamente dopo la spruzzatura della membrana e prima che la sua temperatura sia scesa sotto i 90°C si provvederà alla granigliatura mediante spargimento con apposita macchina di pietrischetto prebitumato di classe d/D 4/8. Le caratteristiche del pietrischetto devono essere identiche a quelle stabilite dal Capitolato per gli aggregati di classe 4/8 da utilizzare per il conglomerati bituminoso per lo strato di usura drenante-fonoassorbente. Con anticipo di almeno una settimana sui tempi di granigliatura della membrana, il pietrischetto dovrà essere perfettamente rivestito a caldo in impianto con bitume nella quantità di 0,6÷0,8% sul peso

degli inerti. Il bitume usato dovrà essere di tipo modificato ovvero addittivato con 0,4% in peso da Dopes di adesione di provate qualità. L'operazione di granigliatura dovrà essere immediatamente seguita dall'energica rullatura con rulli muniti di cilindro rivestito di gomma al fine di ancorare alla membrana il pietrischetto prebitumato.

Dopo l'operazione di rullatura seguirà l'asportazione di tutto il pietrischetto prebitumato eccedente e di quello non perfettamente ancorato alla membrana, mediante motospazzatrice aspirante. Al termine dell'operazione tutta la superficie trattata dovrà risultare esente da elementi sciolti e non aderenti. La quantità media di graniglia residua sarà mediamente di $10 \div 12 \text{ kg/m}^2$.

La scelta del tipo di legante da utilizzare e del successivo trattamento antiaderente dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori.

• **B.1.5 - LEGANTI BITUMINOSI**

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base dovrà essere impiegato come legante bituminoso il bitume tal quale o modificato.

Il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi deve essere effettuato in conformità alla norma UNI EN 58-1 "Metodi di campionamento dei leganti bituminosi".

Per il confezionamento del conglomerato bituminoso per lo strato di base, binder e usura può essere utilizzato bitume tal quale del tipo 50/70 oppure 50/70 modificato (tipo HARD), per SMA e drenante può essere utilizzato bitume modificato con polimeri, del tipo 50/70 modificato (tipo HARD), per il binder alto modulo il bitume del tipo alto modulo.

Bitumi	Norme di riferimento	Tal Quale (50/70)	Hard (50/70)	ALTO MODULO
		UNI EN 12591	UNI EN 14023	UNI EN 14023
Palla e anello (°C)	UNI EN 1427	46-54	70-90	20-50
Penetrazione (dmm)	UNI EN 1426	50-70	50-70	70-90
Ritorno elastico (%)	UNI EN 13398	> 60	> 80	> 80
Punto di rottura FRAAS (C°)	UNI EN 12593	≤ -8	≤ -12	≤ -12
Stabilità allo stoccaggio tuben test °C	UNI EN 13399	-	≤ 3°C	
Viscosità dinamica a 160 °C (Pa·sec)	UNI EN 13302	0,03-0,10	0,15- 0,4	0,5- 0,8
Valori dopo RTFOT - UNI EN 12607				
Penetrazione residua (%)	UNI EN 1426	≥ 50	≥ 40	≥ 30
Incremento punto di de	UNI EN 1427	≤ 11	≤ 5	≤ 10

• **B.1.6 - 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.

La mancata osservazione delle prescrizioni fornite dal laboratorio comporterà il divieto di utilizzare il materiale "fresato".

• **B.1.7 - 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 DI PROVA	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).

• **B.2 - CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO**

PRESCRIZIONI GENERALI

AT PROGETTI STP srl.

Sede legale: Sora – 03039, Via Madonna della Quercia, n°18/A.

Sede operativa: Fiano Romano – 00065, Via Genova n°6L.

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

Una volta accettato da parte della D.L. lo studio della miscela proposto, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente.

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.

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 drenane
	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); nello studio deve essere indicato anche il valore D_{10g} ovvero densità della miscela al momento della stesa pre-compattazione (corrispondente a 10 rotazioni della pressa giratoria N_{10g}) e la Temperatura di costipamento.

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	Numero di giri di mix design	Valori	
Sigla		vuoti base-binder	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)	$\leq 2,0\%$	$\leq 2,5\%$

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}	$N_{max} = 200 \pm 20$ (valore indicativo)	$< 2,0\%$

Per i conglomerati rispondenti alle norme di prodotto UNI EN 13108-1 (conglomerati bituminosi prodotti a caldo) e UNI EN 13108-5 (conglomerati bituminosi antisdrucolo 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 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%
------------------	--	------

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, nella fase di qualifica del materiale, 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 UNI EN 12697-6 procedura A/B/C in relazione al tipo di miscela impiegata: 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

CONGLOMERATI BITUMINOSI PRODOTTI A CALDO

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 auspica 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 DI MISCELA	DIMENSIONE MASSIMA AGGREGATI	TIPO DI BITUME	Norma di riferimento
BASE BITUME TAL QUALE	31,5-40	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
BASE BITUME MODIFICATO	31,5-40	Modificato hard	UNI EN 13108-1
BINDER BITUME TAL QUALE	16-20-31,5	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
BINDER BITUME MODIFICATO	16-20-31,5	Modificato hard	UNI EN 13108-1
BINDER ALTO MODULO	16-20	Modificato alto modulo	UNI EN 13108-1
USURA BITUME TAL QUALE	10-12-14	Normale Pen 50-70	UNI EN 13108-1
USURA BITUME MODIFICATO	10-12-14	Modificato hard	UNI EN 13108-1
RISAGOMATURA	8	Pen 50-70	UNI EN 13108-1
SMA	12-14	Modificato hard	UNI EN 13108-5
DRENANTE	16-20	Modificato hard	UNI EN 13108-7

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;
- 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, materiale derivante da scarti ceramici, 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, come nel caso di altri aggregati artificiali, dovranno essere inserite nello studio di mix design.

I materiali dovranno comunque soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO GROSSO					
REQUISITO	METODO DI	SIMBOLO	UM	VALORE	
	PROVA			LIMITE	

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – NORME TECNICHE

Requisito di granulometri	UNI EN 933-1	G _c	%		
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	LA	%	≤ 25	BASEBINDER
				≤ 22	BINDER AM
				≤ 20	USURA
				≤ 18	SMA DRENANTE
Resistenza al	UNI EN 1367-1	F	%	< 1	BASE BINDER
Percentuale di superfici	UNI EN 933-5	C	%	≥ 50	BASE BINDER
				≥ 70	USURA
Percentuale di superfici	UNI EN 933-5	C	%	100	BINDER AM DRENANTE
Affinità ai leganti bituminosi	UNI EN 12697-11	-	%	< 5	BASE BINDER USURA DRENANTE SMA
Coefficiente di anniattimento	UNI EN 933-3	FI	%	< 15	BASE BINDER USURA
				≤ 10	SMA DRENANTE
Resistenza alla	UNI EN 1097-8	PSV	-	≥ 0,45	SMA DRENANTE

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

I materiali dovranno soddisfare i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELL'AGGREGATO FINE					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	
Passante al setaccio e 0,063	UNI EN 933-1	f	%	< 16	BASE BINDER
				< 10	BINDER AM
				< 18	USURA
				< 10	SMA DRENANTE
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	SE	%	> 70	BASE BINDER BINDER AM
				> 75	USURA
				> 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 tipo hard.

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	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE	
Passante al setaccio 2 mm	UNI EN 933-10	-	%	100	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Passante al setaccio 0,125 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 85 a 100	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-10	-	%	da 70 a 100	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
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	%	da 28 a 45	BASE BINDER BINDER AM USURA SMA DRENANTE
Palla anello (filler/bitume= 1,5)	UNI EN 13179-1	$\Delta_{R\&B}$	%	> 8	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 tipo hard.

• B.2.1 - STRATO DI BASE

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.

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 IN MASSA (%)
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 DI PROVA	SIMBOL O	U M	VALOR E LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108- 1)
Contenuto di legante (riferito alla	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 3,8	B _{min} 3,8

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:

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – NORME TECNICHE

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume	VALORE LIMITE con bitume
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	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:					
<ul style="list-style-type: none"> i requisiti di resistenza e di rigidezza saranno valutati su provini compattati alla Dp densità di progetto. 					
CONDIZIONI DI CONTROLLO DEL MATERIALE SCIOLTO POSATO IN OPERA DA PARTE DEL LABORATORIO AUTORIZZATO:					
<ul style="list-style-type: none"> Il materiale deve essere compattato alla T °C di costipamento indicata nel mix design Il costipamento del materiale sciolto deve essere condotto fino a Np La densità del provino compattato Dp 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 <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili 					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI BASE (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza all'a deformazione	UNI EN 12697-25 (proc. B)	f_{cmax}	µm/m/n	< 0,8
<i>In alternativa</i>				
Resistenza all'a deformazione permanente	UNI EN 12697-22 (disp. Piccolo) a 50°C	WTS_{AIR}	mm/10 ³ cicli	< 0,8
<ul style="list-style-type: none"> 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 				

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

CONTROLLI SUL MATERIALE SCIOLTO

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	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	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 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	UNI EN 13036-7	mm	< 4

- **B.2.-2 - STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)**

DESCRIZIONE

AT PROGETTI STP srl.

Sede legale: Sora – 03039, Via Madonna della Quercia, n°18/A.

Sede operativa: Fiano Romano – 00065, Via Genova n°6L.

Lo strato di collegamento 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 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.

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)	PASSANTE IN MASSA (%)
20	100
16	85 - 100
12,5	70 - 90
8	52 - 75
4	36 - 58
2	25 - 42
0,5	10 - 23
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 COLLEGAMENTO)					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	U M	VALOR E LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 4,4	B _{min} 4,4

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 binder

dovranno essere conformi ai requisiti riportati nelle seguenti tabelle:

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE con bitume tale quale	VALORE LIMITE con bitume modificato
Densità al numero di giri Np	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m^3	Dp	
Resistenza alla trazione indiretta a 25	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	> 5500
CONDIZIONI DI PROVA:					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI COLLEGAMENTO (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f_{cmax}	$\mu m/m/n$	< 0,8
<i>In alternativa</i>				
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-22 a 50°C	WTS_{AIR}	< 0,8	$WTS_{AIR} 0,8$
<ul style="list-style-type: none"> 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 DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

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	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 DI PROVA	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 DI PROVA	UM	VALORE LIMITE
Regolarità della superficie (regolo da	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente (PTV)*	UNI EN 13036-4	-	≥ 45
Macrorugosità superficiale	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,25
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.			

• B.2.3 - STRATO DI COLLEGAMENTO AD ALTO MODULO

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.

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 IN MASSA (%)
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	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,0	B _{min} 5,0

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – NORME TECNICHE

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:				
<ul style="list-style-type: none"> 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:				
<ul style="list-style-type: none"> 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 <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili. 				

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 DI PROVA	UM	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 160	≤ 185

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	UNI EN 12697-6	%	≥ 98
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità della miscela compattata in opera e la densità Dp 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 DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Vuoti residui (massimo per ogni campione)	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	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	-	≥ 45
Macrorugosità superficiale	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,25
*Requisito da determinare in caso di diretto contatto con il traffico veicolare.			

• B.2.4 - STRATO DI USURA

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 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 usura deve essere caratterizzato in conformità ai requisiti delle miscele utilizzate per uso stradale specificati nella norma UNI EN 13108-1.

Potranno essere impiegati anche “*tappeti ecologici*” purché rispettino le prescrizioni contenute nel presente articolo e le prestazioni contenute nel Mix design presentato.

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)	PASSANTE IN MASSA (%)
14	100
12,5	90 - 100
8	60 - 88
4	38 - 60
2	25 - 45
0,5	13 - 26
0,25	8 - 18
0,063	6 - 11

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	SIMBOL O	U M	VALOR E LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min} 5,4

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	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE con bitume	VALORE LIMITE con bitume
Densità al numero di giri N _p	UNI EN 12697-31 UNI EN 12697-6	$\rho_{(np)}$	Kg/m ³	D _p	

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – NORME TECNICHE

Resistenza alla trazione indiretta a 25	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	> 3500	> 4500
CONDIZIONI DI PROVA:					
<ul style="list-style-type: none"> 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:					
<ul style="list-style-type: none"> 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) 					
<ul style="list-style-type: none"> La prova di addensamento con pressa giratoria dovrebbe essere condotta <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili. 					

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI USURA (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f _{cmax}	µm/m/n	< 0,8
<i>In alternativa</i>				
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-22 a 50°C	WTS _{AIR}	mm10 ³ c i cli	< 10
<ul style="list-style-type: none"> 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 USURA)

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO – NORME TECNICHE

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

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	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito	UNI EN 13036-4	PTV	≥ 50
Macrorugosità superficiale	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,25

• **B.2.5 - STRATO DI RISAGOMATURA (USURA FINE 0/8)**

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 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 ma in generale non supera i 3 cm.

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.

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	PASSANTE IN MASSA
(mm)	(%)
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					
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	U M	VALOR E LIMITE	CATEGORIA (UNI EN 13108)
Contenuto di legante (riferito alla	UNI EN 12697-1 e 39	B _{min}	%	≥ 5,4	B _{min} 5,4

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

REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	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	UNI EN 12697-23	ITS	N/mm ²	> 1,5
Sensibilità all'acqua	UNI N 12697-12	ITSR	%	> 75
Modulo di rigidezza a 20°C	UNI EN 12697-26	S _{min}	MPa	> 3000
CONDIZIONI DI PROVA:				
<ul style="list-style-type: none"> 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:				
<ul style="list-style-type: none"> 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 <i>in opera al momento del prelievo</i>; per tale ragione è auspicabile prevedere la presenza di laboratori mobili; 				

Su richiesta della Direzione Lavori, il Produttore dovrà determinare le caratteristiche prestazionali della miscela secondo i requisiti riportati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE DELLA MISCELA PER LO STRATO DI RISAGOMATURA (Requisiti prestazionali facoltativi)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOL O	UM	VALORE LIMITE
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	f _{cmax}	µm/m/n	< 0,8
<i>In alternativa</i>				
Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-22 a 50°C	WTS _{AIR}	mm10 ³ c i cli	< 10
<ul style="list-style-type: none"> 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 DI PROVA	U M	VALORE MINIMO (alla stesa)	VALORE MASSIMO (alla produzione)
Temperatura della miscela	UNI EN 12697-13	°C	≥ 150	≤ 180

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	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	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 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	UNI EN 13036-7	mm	< 4
Resistenza di attrito radente	UNI EN 13036-4	PTV	≥ 45

Macrorugosità superficiale	UNI EN 13036-1	mm	≥ 0,2
-------------------------------	----------------	----	-------

* * * * *

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.

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'idonea 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.

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 dovrà essere 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 vibrofinitrici, di cui almeno una cingolata od a quattro assi, comunque appartenenti ai tipi approvati dalla Direzione Lavori.

L'impresa, all'atto della consegna dei lavori, dovrà avere la proprietà o la disponibilità, per tutta la durata contrattuale dei lavori, di almeno UNA VIBROFINITRICE E RELATIVA SQUADRA PER LA POSA.

Su richiesta della D.L per lavori di lieve entità, per risagome sui fianchi stradali, l'Impresa dovrà mettere a disposizione almeno una vibrofinitrice gommata medio-piccola (banco di stesa mt. 1,70 - 3,20).

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.

Per garantire comunque la tempestività degli interventi, è necessario che ogni ditta partecipante alla gara dovrà presentare idonea attestazione di essere proprietaria di un impianto “funzionante” per la produzione del conglomerato bituminoso indicandone l’esatta ubicazione; oppure dichiarazione regolarmente convalidata da un titolare di un impianto, di averne la disponibilità.

Per far sì che il materiale arrivi sul cantiere di impiego alla giusta temperatura e mantenga la sua omogenea composizione, elementi fondamentali per il buon esito dei lavori, l’impianto per la produzione del conglomerato bituminoso dovrà essere ubicato entro un raggio di km. 35 dal baricentro del Reparto SUD (identificato nel Centro Operativo di Castelnovo ne Monti). La distanza massima dell’impianto dal baricentro dei lavori è stata calcolata tenendo conto della velocità media a cui viaggiano gli automezzi adibiti al trasporto e alle condizioni medie del traffico.

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 compreso tra 8 e 14 Ton a seconda dello strato e dello spessore, 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 compreso tra 8-10 Ton, senza fare ricorso a sistemi di vibrazione.

Controlli periodici sulla pavimentazione

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 PRELIEVO	REQUISITI DA CONTROLLARE	FREQUENZA
gregato 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 	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 cocolle e della vibrofinitrice	Composizione granulometrica	UNI EN 933-1; UNI EN 12697-2	Giornaliera : <ul style="list-style-type: none"> ogni t 600 (base) ogni t 500 (binder) ogni t 200 (usure) ogni t 200 (SMA) ogni t 200
	Contenuto di legante	UNI EN 12697-1 e 39	
	Addensamento e/o vuoti al numero di rotazioni di progetto	UNI EN 12697-5, 6, 8	
	Resistenza alla trazione indiretta a 25	UNI EN 12697-23	
	Modulo di rigidità a 20°C	UNI EN 12697-26	

CONTROLLI SALTUARI SULLA MISCELA DI CONGLOMERATO SFUSO (Requisiti prestazionali facoltativi)			
UBICAZIONE PRELIEVO	REQUISITO	METODO DI PROVA	FREQUENZA
Dalle cocolle e della vibrofinitrice	Resistenza alla deformazione permanente	UNI EN 12697-25	A discrezione della DL
	Resistenza alla deformazione permanente	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	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	UNI EN 12697-6	
Il grado di compattazione è il rapporto tra la densità Dp 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	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 progett	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 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)

Adesione tra gli strati binder- usura	Leutner test SN 671961	MPa	> 0,7	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 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	UNI EN 13036-7	a campione - in caso di anomalia
Resistenza di attrito radente	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.

Requisiti di accettazione dei conglomerati bituminosi e penalità

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.

Ogni ritardo nella fornitura dei materiali rispetto ai termini previsti, comporterà una penale pari a € 51,65 per ciascun giorno di ritardo.

Le tolleranze riportate nei requisiti di accettazione esposti di seguito, ad eccezione delle

caratteristiche compositive, saranno incrementate a discrezione della DL, nel caso di particolari condizioni di lavorazione quali ad esempio:

- lavorazioni su pendenze elevate;
- lavorazioni in aree particolarmente distanti dall’Impianto di produzione.

• *Caratteristiche compositive*

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	Miscela con aggregato nominale D<16mm	Miscela con aggregato nominale D>16mm
D nominale	-8% +5%	-9% +5%
Aggregato medio setaccio 4 mm	± %7	± %9
Setaccio 2 mm	± %4	± %5
Aggregato filler al setaccio (passante)	± %2	± %3
Legante (riferito alla miscela)	± % 0,5	± % 0,6

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 Kg. 0,5/mq di emulsione bituminosa al 55%, e sigillatura con sabbia fine essiccata.
- sulla composizione granulometrica: 0,3% sul prezzo di capitolato qualora sia stata rilevata un eccedenza sulle tolleranze.

• *Densità e vuoti detrazioni*

SCIOLTO

Sul materiale prelevato sciolto, controllo di costipamento con pressa giratoria al numero di giri corrispondenti a Np 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 sabbiella, 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 sabbietta, 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 (ad esempio 97%-2%= 95%)	UNI EN 12697-6	%	Valore limite – 2%

ADDENSAMENTO DELLO STRATO (Vuoti residui del campione prelevato in opera)				
REQUISITO	METODO DI PROVA	SIMBOLO	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.

- Aderenza e tessitura 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 inaccettabilità:

MATERIALE	PTV	HS
-----------	-----	----

Conglomerati bituminosi tipo usura e binder nel caso di aperture al traffico temporanee	40	0,2
Conglomerati bituminosi drenanti	45	0,3
SMA	42	0,3
Microtappeti a freddo	40	0,2

Se i valori medi di PTV o HS risultano inferiore o uguale ai valori ritenuti inaccettabili si dovrà procedere gratuitamente 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 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.

• *Caratteristiche meccaniche detrazioni*

Le detrazioni saranno applicate per i tratti omogenei quando i valori medi risultanti dai controlli eseguiti su:

- Modulo di Rigidezza
- 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 0,2% del prezzo del conglomerato sul prezzo di Capitolato, al netto del ribasso, d'asta.

Qualora i valori derivanti dai controlli dovessero superare del 30% 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 ormaimento (UNI EN 12697-22).

• *Aderenza tra gli strati 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 5% calcolata sul prezzo dell'emulsione bituminosa al netto del ribasso d'asta.

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE LAVORI

Art. 17 - Norme generali

* * * * *

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'elenco voci.

I lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati dalla Direzione lavori e dall'Impresa.

Il direttore dei lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute in contraddittorio con l'appaltatore o un suo rappresentante formalmente delegato; ove l'appaltatore o il suo rappresentante non si prestasse ad eseguire tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio di cinque giorni, scaduto il quale verranno comunque effettuate le misurazioni necessarie in presenza di due testimoni indicati dal direttore dei lavori.

Nel caso di mancata presenza dell'appaltatore alle misurazioni indicate, quest'ultimo non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi, nella contabilizzazione dei lavori eseguiti o nell'emissione dei certificati di pagamento, riconducibili a tale inottemperanza.

Quando per il progredire dei lavori, non risulteranno più accertabili o riscontrabili le misurazioni delle lavorazioni eseguite, l'Appaltatore è obbligato ad avvisare la Direzione dei lavori con sufficiente preavviso.

Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente capitolato e negli altri atti contrattuali che l'appaltatore dovrà sostenere per l'esecuzione di tutta l'opera e delle sue parti nei tempi e modi prescritti.

L'esecuzione dell'opera indicata dovrà, comunque, avvenire nella completa applicazione della disciplina vigente relativa alla materia, includendo tutte le fasi contrattuali, di progettazione, di messa in opera, di prevenzione infortuni e tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, includendo qualunque altro aspetto normativo necessario al completamento dei lavori nel rispetto della normativa generale e particolare già citata. I prezzi contrattualmente definiti sono accettati dall'appaltatore nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa, di carattere economico, che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti per motivi legati ad una superficiale valutazione del progetto da parte dell'appaltatore.

Le eventuali varianti che comportino modifiche al progetto dovranno essere ufficialmente autorizzate dal direttore dei lavori, nei modi previsti dall'articolo 25 della legge 109/94 e successive modificazioni e contabilizzate secondo le condizioni contrattuali previste per tali lavori; non sono compresi, nella categoria delle variazioni in corso d'opera, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso che dovranno essere eseguiti, su richiesta del direttore dei lavori, a totale carico e spese dell'appaltatore.

Il prezzo previsto per tutte le forniture di materiali e di impianti è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa effettuata anche in fasi o periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'appaltatore.

Le norme riportate in questo articolo si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato (eseguiti in economia, a misura, a corpo) e che saranno, comunque, verificati in

contraddittorio con l'appaltatore nei modi previsti; si richiama espressamente, in tal senso, l'applicazione dell'Elenco prezzi indicato contrattualmente individuato dai documenti che disciplinano l'appalto.

Art. 18 - Lavori in economia

Le prestazioni in economia previste a progetto , verranno remunerate al prezzo indicato previo rilascio giornaliero di apposito rapportino indicante le ore di effettivo esercizio,

Art. 19 - Scavi e rilevati in genere

La misurazione degli scavi per apertura del corpo stradale e dei rilevati sarà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate sulla base di quelle di consegna.

All'atto della consegna dei lavori, l'Impresa eseguirà in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse. In base a tali rilievi, ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa, purché finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti per la sede stradale.

Analogamente si procederà per le altre opere fuori della medesima sede.

E' data facoltà all'Impresa e alla Direzione Lavori di intercalare altre sezioni in corso d'opera ove fosse riconosciuto necessario per meglio adattare il movimento di terra alla configurazione del terreno.

Non sono considerati scavi per apertura del corpo stradale quelli eseguiti per la preparazione del piano di posa del rilevato.

Art. 20 - Scavi

Tutti gli scavi saranno misurati a mc. di cavo, non già di volume della materia scavata, comprendendo nei relativi prezzi lo sgombrò e la regolarizzazione dei cavi, l'estrazione delle materie ed il loro carico e trasporto a rifiuto, a rinterro, a formazione di rilevato per il rivestimento delle scarpate od a riempimento dei cavi residui attorno e sopra le murature secondo le indicazioni che darà in corso d'opera la Direzione Lavori.

Gli scavi per apertura del corpo stradale sono valutati a misura qualunque siano la natura, stato e consistenza delle materie da scavare, al volume risultante dalle sezioni ragguagliate di sterro, limitate dalla linea del terreno quale risulta dai disegni di progetto e di consegna (profilo nero) e da quella rappresentata dal fondo del cassonetto dall'orizzontale passante dal piano di posa dei materiali per formazione della banchina, il profilo interno dei muri di controripa ove siano prescritti e la scarpata colla pendenza che le verrà assegnata (profilo rosso); con lo stesso prezzo saranno valutati convenzionalmente anche quelli per formazione ed allargamento di rampe, di piazzole e per la formazione del cassonetto.

Tutti gli altri scavi che verranno praticati all'esterno di detto contorno cadono nella categoria di scavi di fondazione, escluso naturalmente lo scavo dei fossi e cunette trapezie.

I maggiori scavi che l'Impresa eseguisse per ragioni di sua convenienza o comunque senza specifico ordine oltre detto contorno venendo a mutare la forma e l'inclinazione della scarpata

saranno a tutto suo carico.

Lo scavo dei cassonetti comunque risulta nella realtà sarà convenzionalmente compensato secondo le sagome tecniche, ed anzi l'Impresa sarà tenuta a ridurlo a proprio carico a tali sagome riempiendo i vuoti superflui con materiale arido per strati di fondazione e sarà valutato a misura.

Gli scavi di fondazione sia di sbancamento che incassati, giusta la definizione dell'Art. 5.9, verranno compensati indipendentemente dalla natura, stato e consistenza del terreno.

Gli scavi di fondazione saranno computati per il volume uguale a quello risultante dal prodotto della base delle murature di fondazione per la loro profondità misurato a partire dalla quota del piano di separazione per scavi di sbancamento e scavo di fondazione ed al volume così calcolato si applicheranno i prezzi fissati nell'elenco per tali scavi: vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e puntellazione occorrente.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né il successivo riempimento a ridosso delle murature con materiale arido che l'Impresa dovrà eseguire a sua cura e spese.

Nel caso di fondazioni a gradoni tale concetto sarà applicato ad ogni gradone.

Nel compenso dell'armatura a cassa chiusa è compreso il maggior volume di scavo per far posto alle armature dello scavo stesso.

Coi prezzi di elenco per gli scavi incassati e di sbancamento oltre agli obblighi sopra specificati e a quelli emergenti dal precedente articolo, l'appaltatore dovrà ritenersi compensato: di tutti gli oneri e spese relative agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo: puleggi-innalzamento-carico- trasporto e scarico in rilevato e rinterro od a rifiuto; delle spese occorrenti per la regolarizzazione delle scarpate e pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il riempimento dei cavi residui, per il successivo rinterro all'ingiro delle murature di fondazione fino al primitivo piano del terreno, attorno e sopra le condotte di acqua ed altre condotte in genere e sopra le fognature e drenaggi secondo le sagome definitive di progetto; della eventuale perdita parziale e anche totale dei legami impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione e per sostenere ed evitare franamenti di pareti, di scavi di sbancamento, degli oneri per l'allontanamento delle acque superficiali dai cavi - di ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi di cui trattasi.

Gli scavi di cassonetto per risanamenti sulla strada esistente, la demolizione di carreggiata anche bitumata, saranno considerati scavi per preparazione del suolo come lo scoticamento e il gradonamento che interessi la carreggiata esistente.

Il riempimento dei suddetti cassonetti con misto naturale di ghiaia e sabbia sarà compensato col prezzo relativo alla formazione dei rilevati.

Art. 21 - Riempimenti - ricarichi - tombamenti

Detti riempimenti, ricarichi, tombamenti, quando non siano a carico e spese dell'Impresa come specificato nei precedenti articoli, eseguiti in misto naturale di fiume o di cava o materiali di golena comunque costipati a fondo saranno compensati e valutati geometricamente in base al volume dei vani riempiti, solo in casi eccezionali e quando non è sufficientemente ben definibile

il volume dei vani o molto complesse le sezioni di rilievo dei raccordi ed accessi, sempre a insindacabile giudizio della Direzione Lavori il materiale di riempimento sarà misurato sugli automezzi in arrivo in cantiere prima dello scarico, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Impresa.

Per ogni quantità di materiale fornito per ogni viaggio a carico effettuato, il personale addetto al controllo rilascerà all'Impresa una copia a ricalco della bolletta di consegna con le indicazioni delle misure effettuate e del quantitativo rilevato sugli automezzi previo spianamento e regolarizzazione a cura e spese dell'Impresa, indicando la targa, la lunghezza, la larghezza delle casse e l'altezza del materiale contenute nelle casse stesse.

Il rappresentante dell'Impresa dovrà controfirmare la bolletta e la relativa copia a ricalco in segno di accettazione delle annotazioni e delle misure effettuate.

Tali bollette costituiranno l'unico documento comprovante le qualità ed il volume dei materiali forniti che saranno tenuti a giustificazione, in quanto occorra, delle iscrizioni in contabilità.

Art. 22 - Conglomerato cementizio armato

Il conglomerato per opere in cemento armato verrà valutato sulla base del volume effettivo senza detrarre il volume del ferro che sarà considerato a parte.

Nel caso di elementi ornamentali gettati fuori opera il volume sarà considerato in base al minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun elemento includendo anche il costo dell'armatura metallica.

Nel prezzo del conglomerato cementizio armato sono compresi gli oneri delle prove, campionature e controlli in cantiere e laboratorio previsti dalle vigenti specifiche.

Art. 23 - Acciaio strutturale

L'acciaio impiegato nelle strutture in cemento armato e cemento armato precompresso verrà computato a peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per le giunte non necessarie. Il prezzo sarà comprensivo della sagomatura, della messa in opera, delle giunzioni, delle legature, dei distanziatori e di ogni altra lavorazione richiesta dalle prescrizioni o dalla normativa vigente.

La misurazione del ferro per c.a. sarà effettuata senza tener conto degli aumenti di trafilatura rispetto ai diametri commerciali ed assumendo il peso specifico convenzionale di 7,85 kg./dmc. compresi gli oneri delle prove, campionature e controlli in cantiere e laboratorio previsti dalle vigenti specifiche.

Il prezzo fissato per l'acciaio armonico usato nelle armature pre o post tese, in base alla sezione utile, comprenderà la fornitura di guaine, il posizionamento, le iniezioni di cemento finali, le piastre di ancoraggio, i mezzi e materiali, la mano d'opera ed ogni altro accessorio o lavorazione necessari per la completa esecuzione dei lavori indicati.

Saranno compensate le sovrapposizioni che si renderanno necessarie qualora lo sviluppo dell'armatura sia superiore alla lunghezza commerciale dei tondi.

Non sarà compensato lo sfrido risultante dalla lavorazione e taglio dei tondi.

Art. 24 – Barriere sicurezza

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza esclusi i terminali.

La barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, verrà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di elenco.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a 3 ml, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di elenco.

Resta stabilito che nelle voci di elenco sono comprese:

- la fornitura e posa in opera di barriere rette o curve, su terreno, su opera d'arte o con funzioni di spartitraffico centrale, complete di ogni elemento costruttivo quali: sostegni, distanziatori, dissipatori, fasce, elementi terminali e di raccordo, dispositivi rifrangenti, bulloneria, piastre di ancoraggio, tirafondi, formazione di fori sulle opere d'arte e quant'altra lavorazione occorra e tutti i relativi oneri per la perfetta esecuzione e funzionalità della barriera del tipo corrispondente alla classe indicata nell'elenco prezzi, come previsto dal D.M. LL.PP. Del 3/6/1998.

Art. 25 - Rispetto ambientale

Per il ripristino delle eventuali aree di cantiere si riutilizzerà il terreno vegetale proveniente dallo scotico, che si avrà cura di accumulare, separatamente dalle altre tipologie di materiale, in spessori adeguati e di provvedere alla sua manutenzione per evitarne la morte biologica;

Per limitare, in fase di cantierizzazione, le emissioni diffuse e puntuali di polveri derivanti dalla movimentazione dei materiali di costruzione, dall'esercizio di impianti fissi e dalla movimentazione dei mezzi si ritiene necessario:

- per l'eventuale impianto di betonaggio e altri impianti fissi, prevedere sistemi di abbattimento per le polveri in corrispondenza degli sfiati da serbatoi e miscelatori durante il carico, lo scarico e la lavorazione;
- qualora nella composizione del calcestruzzo rientri come materia prima il polistirolo, il ciclo delle acque usate, provenienti anche dal lavaggio delle autobetoniere non dovrà essere svolta a cielo aperto e comunque, prima dello scarico delle acque usate nel contenitore preparato allo scopo, dovranno essere interposte griglie di trattenimento del materiale plastico;
- prevedere la umidificazione dei depositi temporanei di terre, dei depositi di materie prime ed inerti e delle vie di transito da e per i cantieri, soprattutto quando queste si trovino nelle vicinanze dell'aggregato urbano;
- per il trasporto degli inerti prevedere un sistema di ricopertura dei cassoni con teloni;
- acquisire le autorizzazioni necessarie per le emissioni di inquinanti in atmosfera ai sensi delle vigenti normative.

Si dovrà inoltre valutare la necessità di introdurre eventuali mitigazioni acustiche nell'area di cantiere e/o sui ricettori per consentire il rispetto dei limiti sonori previsti dalle normative vigenti.

Art.26 - Gabbioni

Le opere in gabbione verranno misurate considerando le cubature dei singoli elementi posti in opera per i formati 1,5x1x1- 2x1x1- 3x1x1 e previo riscontro derivante da misurazioni in campo.

Art. 27 - Idrosemina, rivestimento di superfici mediante lo spargimento con mezzo meccanico di una miscela di sementi e acqua.

L'idrosemina andrà misurata per mq. di effettiva aspersione del composto il quale dovrà fare riferimento alle quantità indicate nel progetto.

Art. 28 - Tutte le restanti lavorazioni e opere

Tutte le restanti lavorazioni e opere, verranno valutati secondo la superficie eseguita e secondo gli spessori previsti negli elaborati progettuali, ad esclusione delle forniture dei materiali a piè d'opera e dei noli di mezzi d'opera a caldo che verranno valutati con le relative unità di misura.

Fiano Romano, 01.04.2022