



PROVINCIA  
di GROSSETO

Area Viabilità e Trasporti

03739 - S.P. 24 FRONZINA – interventi di manutenzione straordinaria in tratti saltuari dal km 12+000 al km 27+000 nel comune di Roccalbegna (GR).

## PROGETTO ESECUTIVO

Allegato  
nr.

8

### CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

I Tecnici  
Geom. Alessandro Tenerini

Geom. Fabio Potini

Il Responsabile del Procedimento  
Geom. Danilo Corridori

Grosseto, 27 GIU 2018

Copia n°



## Parte I - Descrizione delle lavorazioni

### Capo I

La rete stradale della U.P. Manutenzione Zona Nord, comprendente strade provinciali e strade regionali, per un totale complessivo circa km 902,00, causa i sempre più importanti fenomeni atmosferici, presentano carenze strutturali riguardanti le opere d'arte, i piani viabili e le pertinenze stradali anche a causa del deterioramento nel tempo e della normale usura dovuta al traffico e questo rende indispensabile intervenire mediante un progetto finalizzato al recupero, anche strutturale, di tutti quegli elementi che concorrono a garantire la tutela della incolumità degli utenti della strada.

Il progetto in oggetto fa riferimento alla S.P. 24 Fronzina ricadente nel comune di Roccalbegna, dal km 12+000 al km 27+000,

I lavori principali consistono in riprese ai piani viabili deteriorati mediante bitumi normali e speciali, risanamenti del corpo stradale, realizzazione di attraversamenti stradali, ripristino di banchine e cunette stradali in tratti salutari, e di nuova segnaletica orizzontale su tutto il tratto interessato dai lavori

Per tale tipologia di lavori dovrà essere stilato un piano di sicurezza e di coordinamento ai sensi del D.Lgs. 81/2008 attraverso conferimento di incarico esterno.

I lavori da realizzare non hanno significativo impatto estetico sui luoghi né hanno particolari problemi di valutazione in merito al loro inserimento sul territorio in quanto non si tratta di nuove opere bensì di interventi su strutture esistenti e pertanto, anche in merito allo studio della fruibilità ed interferenza con reti di servizio esistenti, non vi sono problemi da valutare in merito; tuttavia qualora ci si trovasse ad operare in ambiti soggetti a vincoli particolari, sarà cura di questo ufficio proponente provvedere alla richiesta dei relativi pareri prima di effettuare la lavorazione prevista.

## Capo II

### ART. 1 DEFINIZIONE ECONOMICA DELL'APPALTO

#### 1. 1 - Oggetto ed ammontare dell'appalto

L'appalto di cui trattasi tiene conto degli interventi di lavori sulla S.P. 24 FRONZINA per interventi di manutenzione straordinaria in tratti saltuari dal km 12+000 al km 27+000 nel comune di Roccalbegna (GR)..

L'importo dei lavori posti a base dell'affidamento è definito come segue:

	<i>Colonna a)</i>	<i>Colonna b)</i>	<i>Colonna a + b</i>
<i>Tipo di lavori</i>	Importo lavori soggetti a ribasso	Costi della sicurezza	TOTALE
a misura	€ 472,184,80	€ 2,815,20	€ 475,000,00

L'importo contrattuale corrisponde all'importo dei lavori come risultante dall'offerta complessiva dell'aggiudicatario presentata in sede di gara, che sostituisce l'importo di cui alla colonna a) dei costi della sicurezza e la salute nel cantiere definiti alla colonna b), non oggetto dell'offerta ai sensi del combinato disposto dal Dlgs 50/2016 e dell'articolo 100 del Dlgs. 81/2008 e s.m.i..

L'importo dei lavori previsto contrattualmente può variare di un quinto in più o in meno, nel rispetto di quanto riportato dal Dlgs. 50/2016..

#### A) Descrizione sommaria delle opere

Le opere da eseguire consistono in:

1	Opere d'arte	€ 10,000,00
2	movimenti di terra	€ 27,006,60
3	conglomerati bituminosi	€ 415,121,64
4	Segnaletica orizzontale	€ 20,056,56
<b>Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta</b>		<b>€ 472,184,80</b>

#### 1.2 Categoria prevalente, categorie scorporabili e subappaltabili

Ai sensi dell' articolo 61 del regolamento per la qualificazione delle imprese di costruzione approvato con D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere: "OG3 Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie metropolitane".

##### 1.2.1 Descrizione delle categorie

Secondo quanto previsto dal DPR 5 ottobre 2010, n. 207, la categoria prevalente dei lavori oggetto del presente appalto rientra nella classificazione:

CAT. PREV.	DESCRIZIONE LAVORAZIONI	IMPORTO
OG3	Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane	€ 452,128,54
Nell'appalto sono presenti categorie non scorporabili e precisamente		
OS10	Segnaletica orizzontale	€ 20,056,56

Il progetto è stato redatto sulla base del prezzario generale della Regione Toscana e della Provincia di Grosseto approvati per l'anno 2018.

#### 1.3 Forme e principali dimensioni delle opere

Le opere oggetto dell'appalto, elencate all'art. 1, risultano specificate nel computo metrico e negli elaborati di progetto, salvo ulteriori precisazioni in sede esecutiva a carico del progettista incaricato dalla Impresa e con le prescrizioni esplicate più avanti.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere sempre effettuata nel pieno rispetto delle regole d'arte e con i migliori accorgimenti tecnici per la loro perfetta esecuzione; altresì l'appaltatore deve confermare la massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

E' facoltà della D.L., qualora intenda apportare variazioni e modifiche alle opere in progetto, impartire prescrizioni all'Appaltatore, senza che questi possa pretendere onorari e spese per la riprogettazione, fermo restando di consentire all'esecutore una sicura interpretazione ed esecuzione dei lavori in ogni loro elemento.

### PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI

#### 1.4 Andamento dei lavori e Durata del contratto

Il termine utile per ultimare l'appalto è fissato in giorni 180 (centoottanta/00) naturali e consecutivi decorrenti dalla data del Verbale di Consegna dei Lavori.

Il calcolo del tempo utile contrattuale è commisurato alle esigenze di mantenimento delle condizioni di sicurezza sulle strade durante l'intero arco dell'anno senza soluzione di continuità, pertanto l'Amministrazione si riserva la facoltà di prolungare il periodo di scadenza dell'appalto nelle more di aggiudicazione e successiva

consegna dei lavori per la gara d'appalto dell'anno seguente.

L'Appaltatore ha facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché ciò non vada a danno della buona riuscita dei lavori, alle prescrizioni sulle misure di prevenzione e sicurezza del lavoro sui cantieri ed agli interessi della Provincia di Grosseto.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione del Direttore dei lavori il proprio Piano Operativo di Sicurezza, contenente il Documento dei valutazione dei rischi, il programma dettagliato di esecuzione dell'opera per singole lavorazioni o categorie di lavoro (tipo Gant, Pert o simili), che sarà vincolante solo per l'Appaltatore stesso, in quanto la Provincia di Grosseto si riserva il diritto di ordinare l'esecuzione di una determinata lavorazione entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente per i propri interessi, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

I lavori saranno comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dall'appaltatore ed approvato dalla Provincia e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, previo ordine di servizio della Direzione lavori, al verificarsi delle seguenti condizioni:

- per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
- per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione committente;
- per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Provincia di Grosseto, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Provincia di Grosseto o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Provincia di Grosseto;
- per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici.

In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato ed aggiornato.

#### **1.4.1 Proprietà dei materiali di recupero o scavo**

Tutti i materiali di risulta provenienti da scavi, demolizioni o rimozioni di qualsiasi natura dovranno essere gestiti secondo quanto prescritto dalla normativa vigente (D.Lgs.152/06).

#### **Art 2 ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE**

##### **2.1 Oneri, obblighi , prestazioni responsabilità dell'Appaltatore**

Oltre agli oneri previsti nella descrizione delle opere da eseguire di cui al presente capitolato, nell'elenco prezzi al Dlgs. 50/2016, al capitolato generale d'appalto, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri e gli obblighi che seguono:

- a pena di decadenza dall'aggiudicazione, l'Impresa dovrà garantire la disponibilità di un impianto di produzione bitumi entro una distanza non superiore a 50 km dal centro operativo sito in loc. Perolla (comune Massa Marittima) sulla S.P. 28 Perolla al km 09+400;
- la fornitura del cantiere attrezzato in relazione alla entità dell'opera con tutti i più moderni perfezionati impianti per assicurare la perfetta esecuzione di tutte le opere da costruire compreso la delimitazione del cantiere con segnalazione diurna e notturna conforme alle normative e leggi vigenti;
- l'apposizione e il mantenimento dei cartelli stradali di segnalamento, di delimitazione e dei dispositivi che assicurino la visibilità notturna nei cantieri su strada e relative pertinenze, in conformità al nuovo codice della strada (D.Lgs. 285/1992) e al relativo regolamento di esecuzione e di attuazione vigente;
- le tettoie e i parapetti a protezione di strade aperte al pubblico site nelle zone di pericolo nei pressi del cantiere;
- l'apposizione di almeno una tabella informativa all'esterno del cantiere di dimensioni minime di 200x150 cm, la loro manutenzione o sostituzione in caso di degrado fino alla ultimazione dei lavori, con le indicazioni usuali come previste dalla Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 1729/UL del 1° giugno 1990; in caso di contestazione degli organi di polizia, ogni addebito alla Provincia di Grosseto verrà addebitato all'Appaltatore in sede di contabilità;
- provvedere al tracciamento delle opere con i mezzi, attrezzature e strumentazione scientifica con il proprio personale tecnico e relativa mano d'opera necessari per predisporre i lavori in conformità agli elaborati progettuali o agli ordini impartiti dalla Direzione lavori;
- il nolo ed il degradamento degli attrezzi, degli utensili e dei macchinari e di tutte le opere provvisionali in genere, nessuna esclusa e di quanto occorra alla esecuzione piena e perfetta dei lavori e dei loro spostamenti;
- i passaggi, le occupazioni temporanee, l'uso delle località di scarico definitivo ed il risarcimento dei danni per qualunque causa arrecati;
- l'immediato sgombero del suolo pubblico delle aree di cantiere e di deposito, in caso di richiesta della Direzione lavori;
- la custodia e sorveglianza, diurna e notturna, anche festiva compreso l'onere per la buona conservazione delle opere realizzate e dell'intero cantiere fino a collaudo ultimato;
- le imposte di registro e bollo e tutte le altre imposte e tasse anche se stabilite posteriormente alla stipulazione del contratto, sia ordinarie che straordinarie, presenti e future;
- ogni qualsiasi spesa conseguente ed accessoria, connessa allo svolgimento dei lavori anche se non espressamente qui indicata;
- l'esecuzione di tutti i modelli e campioni dei lavori e materiali che potessero venire richiesti dalla Direzione lavori o dal collaudatore in corso d'opera;
- le analisi delle caratteristiche dei materiali inerti, dei bitumi e delle miscele di conglomerati da sottoporre all'accettazione della Direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori (prove preliminari di qualificazione);
- dare comunicazione alla Direzione lavori nei tempi e modalità stabiliti dallo stesso, nei riguardi di notizie sul numero di operai per giorno, con nominativo e qualifica, ore lavorative e livello retributivo, giorni in cui non si è lavorato e motivo e i lavori eseguiti; la mancata ottemperanza, o il ritardo di oltre 10 giorni, da parte dell'Appaltatore a quanto suddetto sarà considerata grave inadempienza contrattuale;
- l'eventuale conservazione, dei campioni muniti di sigilli e firme della Direzione lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità;
- i pagamenti degli operai, secondo le norme dei contratti di lavoro vigenti;
- l'adozione nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e la incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati;
- lo sgombero e la pulizia del cantiere entro 7 giorni dal verbale di ultimazione dei lavori, dei mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà;
- la pulizia continua degli ambienti circostanti il cantiere qualora la sporcizia sia derivante dal cantiere;
- ogni onere e responsabilità, sia civile che penale inherente ai lavori appaltati sia verso la Stazione appaltante che verso terzi e ciò nonostante il diritto di sorveglianza e direzione da parte della Stazione appaltante;
- nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici;
- all'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la prova dell'avvenuta assicurazione contro gli infortuni sul lavoro per tutta la durata dei lavori appaltati, inoltre dovrà dare prova dell'avvenuta comunicazione dell'apertura del cantiere alla Cassa Edile, enti previdenziali e assicurativi quali: I.N.P.S., I.N.A.I.L. e Ispettorato del lavoro.

Oltre a provvedere alle assicurazioni e previdenze di obbligo nei modi e termini di legge, rimanendo la Provincia di Grosseto completamente estranea a tali pratiche ed ai relativi oneri rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore il soccorso ai feriti, ivi comprese le prime immediate cure di assistenza medica e farmaceutica.

Ogni più ampia responsabilità in caso di infortunio, ricadrà pertanto sull'Appaltatore, restandone sollevata la Provincia di Grosseto, nonché il personale preposto alla Direzione ed alla sorveglianza.

All'Appaltatore è fatto assoluto divieto di dare qualsiasi tipo di ordine o disposizione ai cantonieri o al personale di sorveglianza della Provincia di Grosseto.

L'Appaltatore dovrà usare tutte le cautele e assicurazioni possibili nell'eseguire opere di sbancamento, allargamenti o di altre lavorazioni che possano interferire o arrecare danno ai servizi sotterranei e/o aerei, quali: cavi della linea elettrica, cavi della telefonia, tubi per condotte di acqua, tubi per l'erogazione del gas e quanto altro.

L'Appaltatore dovrà preventivamente rivolgersi ai diversi Enti erogatori di servizi, affinché questi segnalino (ubicazione e profondità) all'interno dell'area di cantiere, il passaggio e la posizione esatta delle condotte, cavi e servizi presenti, affinché si possano eseguire i lavori con quelle cautele opportune per evitare qualsiasi tipo di danno ai servizi stessi.

Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni alle condotte, cavi o altri servizi, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegamma sia all'ente proprietario della strada, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei lavori.

In caso di eventuali danneggiamenti prodotti ai servizi, sopra indicati, questa Amministrazione rimarrà comunque sollevata da ogni risarcimento danni e da ogni responsabilità, sia civile che penale che ne consegua.

Rimane ben fissato che anche nei confronti di proprietari di opere, di qualsiasi genere e tipo, danneggiate durante l'esecuzione dei lavori, l'unica responsabile resta l'Impresa, rimanendo del tutto estranea la Provincia di Grosseto, da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

### **2.1.1 Requisiti di sicurezza del cantiere**

L'Appaltatore è obbligato ad applicare nei confronti dei dipendenti occupati nei lavori di cui al presente capitolato speciale, le condizioni normative e retributive risultanti dai contratti collettivi nazionali di lavoro e dagli accordi integrativi locali nonché ad assolvere gli obblighi inerenti la Cassa Edile e gli Enti assicurativi e previdenziali.

L'Appaltatore è obbligato, altresì, a prevedere l'osservanza delle norme sugli ambienti di lavoro e delle disposizioni dei contratti collettivi nazionali di lavoro sulla stessa materia e a dare, inoltre, informazione ai lavoratori ed alle loro rappresentanze sindacali in merito ai rischi di Infortunio e di malattie professionali che la realizzazione dell'opera presenta nelle diverse fasi.

L'Appaltatore incorre nelle responsabilità previste dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i. in materia di misure di sicurezza antinfortunistica dei lavoratori in caso di violazione delle stesse.

Il piano operativo di sicurezza o le eventuali proposte integrative presentate alla Provincia di Grosseto, devono essere sottoscritti oltre che dallo stesso Appaltatore anche dal Direttore del cantiere.

I relativi oneri per l'applicazione delle misure di sicurezza previste nei relativi piani, di cui all'art. 131 del D.Lgs. 163/2006 sono posti a carico dell'Appaltatore e non sono soggetti a ribasso d'asta.

Particolare attenzione si dovrà avere durante i lavori che interferiscono con la strada esistente; ciò perché le operazioni dovranno compiersi in presenza del traffico veicolare in quanto i flussi non potranno essere interrotti fatto salvo particolari fasi di lavoro da concordare con la DL.

A questo scopo l'Appaltatore, sull'intero tracciato dovrà apporre e mantenere efficiente sia di giorno che di notte, ad esclusiva sua cura e spesa, la necessaria segnaletica stradale, così come prevista dal Codice della Strada DLgs 285/1992 art. 21e Regolamento di attuazione 495/1992 artt. 30 e 31, nonché secondo gli schemi segnaletici fissati con DM 10 luglio 2002, sia verticale che orizzontale, rinforzandola nei punti critici al fine di garantire la sicurezza sia di chi lavora sia di chi transita.

### **2.1.2 Direttore tecnico di cantiere**

Prima dell'inizio dei lavori, l'Appaltatore ha l'obbligo di comunicare al Responsabile del procedimento e al Direttore dei lavori il nominativo del Direttore tecnico del cantiere, che sarà un tecnico abilitato e iscritto al relativo Albo o Collegio professionale, competente per legge, all'espletamento delle mansioni inerenti ai lavori da eseguire.

Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento o il licenziamento degli agenti, dei capi cantiere e degli operai dell'Appaltatore per insubordinazione, per incapacità o per grave negligenza.

L'Impresa deve garantire la copertura del ruolo di Direttore tecnico di cantiere per tutta la durata dei lavori e l'eventuale sostituzione di questa figura dovrà essere comunicata tempestivamente con lettera raccomandata alla Provincia di Grosseto; in caso di mancata sostituzione i lavori sono sospesi ma il periodo di sospensione non modifica il termine di ultimazione dei lavori stessi.

### **Art 3 Direttore dei lavori**

Il Direttore dei lavori è preposto al controllo della regolare esecuzione nel rispetto del contratto e del progetto ed a quanto stabilito all'art. 101 del Dlgs 50/2016 e smi.

Il Direttore dei lavori dovrà annotare nel verbale di consegna dei lavori, qualora si provveda sotto riserva di legge, l'avvenuta predisposizione e consegna dei piani di sicurezza previsti dal presente capitolato speciale, verificando nel contempo la sottoscrizione degli stessi.

Il Direttore dei lavori dovrà, inoltre, comunicare tempestivamente alla Stazione appaltante l'eventuale esecuzione dei lavori da parte di imprese non autorizzate o l'inosservanza dei piani di sicurezza o la accertata violazione delle norme contrattuali o delle leggi sulla tutela dei lavoratori, ferme restando le responsabilità civili e penali previste dalle vigenti norme a carico dell'Impresa e del Direttore tecnico di cantiere.

### **3.1 Lavori non previsti – Nuovi prezzi**

In tutti i casi in cui nel corso dei lavori vi fosse necessità di eseguire una specie di lavorazione non prevista nell'elenco prezzi si procederà alla determinazione dei nuovi prezzi, con apposito verbale di concordamento, secondo le regole stabilite dall'articolo 106 del Dlgs 50/2016 e smi., prima dell'esecuzione di tali opere. Tali nuovi prezzi non potranno essere applicati in contabilità prima della loro superiore approvazione.

Il prezzo della mano d'opera per le eventuali opere in economia verrà stabilito secondo le tariffe vigenti al momento dell'esecuzione dell'opera, aumentato della percentuale complessiva del 25% per spese generali ed utile d'impresa e dedotto del ribasso d'asta praticato.

Le somministrazioni ed i noli verranno compensate con i prezzi stabiliti dai listini quindinali della Camera di Commercio di Grosseto o in mancanza di questi secondo i prezzi di mercato maggiorati di una percentuale complessiva del 25% per spese generali ed utile d'impresa e dedotto del ribasso d'asta praticato.

## **CONTROLLI**

### **3.2 Controlli – Prove e verifiche dei lavori**

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti secondo quanto contenuto e prescritto dai documenti contrattuali.

Il Committente procederà, a mezzo della Direzione dei lavori, al controllo dello svolgimento dei lavori, verificandone lo stato.

La Direzione dei lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddiritorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento. Sempre nel caso in cui l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddiritorio le misurazioni delle opere compiute, per la Direzione lavori sono sufficienti due testimoni estranei alla Provincia di Grosseto per l'accertamento delle lavorazioni compiute da inserire nelle contabilità dell'appalto.

Il Direttore dei lavori segnalerà tempestivamente all'Appaltatore le eventuali opere che ritenesse non eseguite in conformità alle prescrizioni contrattuali o a regola d'arte; l'Appaltatore provvederà a perfezionarle a sue spese.

Qualora l'Appaltatore non intendesse ottemperare alle disposizioni ricevute, la Provincia di Grosseto avrà la facoltà di provvedervi direttamente od a mezzo di terzi.

In ogni caso prima di dar corso ai perfezionamenti o rifacimenti richiesti, dovranno essere predisposte, in contradditorio fra le parti, le necessarie misurazioni o prove; le spese incontrate per l'esecuzione delle opere contestate, nonché quelle inerenti alle misurazioni e alla preconstituzione delle prove, saranno a carico della parte che, a torto, le ha provocate.

Insorgendo controversie su disposizioni impartite dal Direttore dei lavori o sulla interpretazione delle clausole contrattuali, l'Appaltatore potrà formulare riserva entro 15 (quindici) giorni da quando i fatti che la motivano si siano verificati o siano venuti a sua conoscenza.

La formulazione delle riserve dovrà avvenire con le modalità di cui al Dlgs 50/2016

Le riserve dovranno essere specificate in ogni loro elemento tecnico ed economico.

Entro 15 (quindici) giorni dalla formulazione delle riserve il Direttore dei lavori farà le sue controdeduzioni.

Le riserve dell'Appaltatore e le controdeduzioni del Direttore dei lavori non avranno effetto interruttivo o sospensivo per tutti gli altri aspetti contrattuali.

**PARTE II**  
**ESECUZIONE DEI LAVORI**

**1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

Tutti i prodotti da costruzione dovranno essere qualificati in conformità alla Direttiva 89/106/CEE; dovranno essere della migliore qualità in commercio, essere marcati CE e soddisfare le specifiche norme di legge, norme UNI, norme EN e le direttive tecniche vigenti al momento del loro impiego in funzione della specifica finalità di utilizzo, per dare i lavori eseguiti a "regola d'arte". I materiali potranno provenire dalle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti tecnici previsti.

Per l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali e prodotti in genere, si richiamano espressamente tutte le indicazioni e prescrizioni dell'art. 101 del Dlgs 50/2016.

L'Appaltatore dovrà consegnare preventivamente alla Direzione Lavori la documentazione idonea a comprovare che i materiali ed i manufatti che si intendono impiegare rispondono ai requisiti richiesti nel progetto e nel presente Disciplinare.

Inoltre sarà facoltà della Direzione Lavori chiedere all'Appaltatore di presentare in forma dettagliata e completa tutte le informazioni utili per stabilire la composizione e le caratteristiche dei singoli elementi componenti le miscele come i conglomerati in calcestruzzo o conglomerati bituminosi, ovvero tutti i presupposti e le operazioni di mix design necessarie per l'elaborazione progettuale dei diversi conglomerati che l'Appaltatore ha intenzione di mettere in opera per l'esecuzione dei lavori.

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle su lavorazioni eseguite, sottostando alle spese di prelevamento, di eventuale ripristino delle lavorazioni, di conservazione e di invio dei campioni a laboratori prove ed analisi debitamente riconosciuti e concordati con la Direzione Lavori.

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

Il prelievo dei campioni da sottoporre a prova/analisi avverrà con redazione di apposito verbale in contraddittorio con l'Appaltatore. I campioni da inviare a prova/analisi in tempo successivo saranno conservati nei luoghi indicati dal Direzione Lavori, che provvederà preventivamente a munirli di eventuali sigilli e firme atti a garantirne successivamente l'autenticità.

L'Appaltatore potrà assistere direttamente o farsi rappresentare, sia all'atto del prelievo dei campioni che della esecuzione su di essi delle prove/analisi necessarie, sempre che ciò sia compatibile con il tipo e le modalità di esecuzione delle stesse.

In mancanza di idonee norme, disposizioni o specifiche di riferimento per l'esecuzione delle necessarie prove/analisi, è riservato alla Direzione Lavori il diritto di richiederne altre alternative o anche complementari avvalendosi di Laboratori specializzati o del produttore.

Nel caso in cui, anche senza responsabilità dell'Appaltatore, i lavori debbano essere in tutto o in parte sospesi in attesa dell'esito delle occorrenti prove/analisi, l'Appaltatore stesso non avrà diritto a reclamare alcun indennizzo per eventuali danni o maggiori costi che da ciò dovessero derivargli, potendo unicamente richiedere in tali casi la proroga del tempo assegnatogli per il compimento dei lavori.

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

Nel caso in cui la Direzione Lavori rifiuti una qualsiasi provvista in quanto riconosciuta non idonea all'impiego previsto, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche richieste; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

L'approvazione della Direzione Lavori circa i materiali, le attrezature, i metodi di lavorazione, la posa in opera a quant'altro, non solleva l'Appaltatore dalla totale responsabilità circa la buona riuscita dei lavori e delle opere.

L'Appaltatore deve far sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione Lavori. Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti senza che questo costituisca titolo per avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

L'utilizzo di materiali e prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale abbia le caratteristiche e garantisca le prestazioni richieste. L'uso di tali prodotti deve essere comunque sempre autorizzato dalla Direzione Lavori.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva riportata negli elaborati progettuali.

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori, l'Appaltatore dovrà attenersi alle migliori regole dell'arte. I lavori che per qualsiasi causa risultassero, subito o in tempo successivo, male eseguiti, dovranno essere rifatti a spese dell'Appaltatore; l'eventuale presenza in cantiere di un sorvegliante dell'Ente Appaltante, non potrà essere invocata dall'Appaltatore a scarico della sua responsabilità.

**1.1 ACQUA**

L'acqua utilizzata nell'impasto dovrà essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri), esente da materie terrose, non aggressiva o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui è destinata. Per la definizione dei requisiti cui l'acqua deve conformarsi può essere fatto riferimento a quanto contenuto nella norma UNI EN 1008/2003, come prescritto dalle norme Norme Tecniche sulle Costruzione del 2008.

**1.2 LEGANTI**

L'approvvigionamento dei leganti potrà avvenire sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di legante sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti; la conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti, su tavolati in legname appositamente approntati a cura dell'Appaltatore, ben riparati dall'umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell'impiego.

**1.2.1 Cemento**

I cementi, per qualsiasi utilizzo, dovranno rispondere per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla normativa vigente. Come prescritto al § 11.2.9.1 delle NTC 2008, per le opere strutturali devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici dotati di certificato di conformità (rilasciato da un organismo europeo notificato) ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n. 595.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte (da norme armonizzate europee e, fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali), adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

Il cemento, conforme alla EN 197-1, opportunamente dosato e miscelato con aggregato e acqua, deve essere in grado di produrre un calcestruzzo capace di conservare la lavorabilità per un periodo di tempo sufficiente e di raggiungere, dopo determinati periodi, livelli di resistenza meccanica prestabiliti nonché di possedere una stabilità di volume a lungo termine.

In molte applicazioni, in particolare in condizioni ambientali severe, la scelta del cemento ha una influenza sulla durabilità del calcestruzzo per esempio in termini di resistenza al gelo, resistenza chimica e protezione dell'armatura. La scelta del cemento, nell'ambito della EN 197-1, con particolare riguardo al tipo e alla classe di resistenza per diverse applicazioni e classi di esposizione, deve rispettare le norme e/o i regolamenti relativi al calcestruzzo e alla malta, validi nel luogo di utilizzo.

### 1.2.2 Calce

Le calci aeree ed idrauliche, dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2231; le calci idrauliche dovranno altresì rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n. 595 ("Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici") nonché ai requisiti di accettazione contenuti nel D.M. 31 agosto 1972 ("Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizzi e delle calci idrauliche").

Per le calci aeree ogni partita di prodotto dovrà essere accompagnata da un attestato di conformità, in accordo con il D.M. 246 del 21 Aprile 1993.

Le caratteristiche chimico fisiche dovranno essere conformi alla norma tecnica UNI EN 459-1.

La calce potrà essere approvvigionata in sacchi o allo stato sfuso. Nel primo caso i sacchi saranno alloggiati in ambienti coperti e al riparo dall'umidità; nel caso di approvvigionamento allo stato sfuso, la calce sarà stoccatà in cantiere in appositi silos, con sistema di abbattimento delle polveri, derivanti dallo scarico pneumatico dalle autoboti di approvvigionamento della calce.

### 1.2.3 Additivi

Gli additivi sono sostanze di diversa composizione chimica, in forma di polveri o di soluzioni acquose, classificati secondo la natura delle modificazioni che apportano agli impasti cementizzi; devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

In base a normative UNI specifiche, gli additivi per impasti cementizzi sono classificati in funzione delle caratteristiche prestazionali di seguito elencate:

- fluidificanti; aeranti; ritardanti; acceleranti; fluidificanti-aeranti; fluidificanti-ritardanti; fluidificanti-acceleranti; antigelo- superfluidificanti.

L'appaltatore dovrà fornirli nei contenitori originali sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso ed avrà l'obbligo di miscellarli alle malte, nei rapporti prescritti, in presenza della D.L..

In relazione alla tipologia di appartenenza, gli additivi dovranno possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (Fluidificanti 7102, superfluidificanti 8145, agenti espansivi non metallici 8146) e dal D.M. 26.03.1980.

### 1.2.4 Malte

La malta è un conglomerato costituito da una miscela di legante (ad esempio cemento e/o calce), acqua, inerti fini (ad esempio sabbia) ed eventuali additivi, il tutto in proporzioni tali da assicurare lavorabilità all'impasto bagnato e resistenza meccanica allo stato asciutto, dopo la presa e l'indurimento. [http://it.wikipedia.org/wiki/Malta\\_%28materiale%29 - cite\\_note-0](http://it.wikipedia.org/wiki/Malta_%28materiale%29 - cite_note-0)

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Appaltatore dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

(composizione per 1 mc di malta)

Malta comune	Calce aerea (mc)	Sabbia (mc)
Magra per murature	0,32	0,96
Grassa per murature	0,36	0,90
Per opere di rifinitura	0,43	0,86
Per intonaci (interni)	0,50	0,75

Malta di calce idraulica	Calce idraulica (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	324	1,08
Grassa per murature	412	1,03
Per opere di rifinitura	450	1,00
Per intonaci	528	0,96

Malta cementizia	Cemento Portland (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	364	1,04
Grassa per murature	400	1,00
Per opere di rifinitura	475	0,95
Per intonaci	540	0,90

Malta pozzolanica	Pozzolana (mc)	Calce spenta (mc)
Per muri a sacco, malta grossa	1,10	0,22
Per murature, malta media	1,05	0,26
Per murature di mattoni, malta fina	1,00	0,33
Per intonaci, malta fina	1,05	0,15

(composizione per 1 mc di sabbia)

Malta bastarda	Cemento Portland (Kg)	Malta idraulica (Kg)
Malta media	100	300
Malta energetica	200	200

Quando la Direzione Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui saranno portati a rifiuto.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avvilluppato di malta per tutta la superficie.

### **1.2.5 Pozzolane**

Le pozzolane provengono dalla disaggregazione di tufi vulcanici. Le calci aeree grasse impastate con pozzolane danno malte capaci di indurire anche sott'acqua. Le pozzolane e i materiali a comportamento pozziolano dovranno rispondere ai requisiti di accettazione riportati nel. R.D. 16 novembre 1939, n. 2230

## **1.3 AGGREGATI**

### **1.3.1 Aggregati per produzione di calcestruzzo**

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo, conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e alla UNI 8520 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Gli aggregati (sabbia, ghiaia, pietrisco), naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali. Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto acqua/cemento, ed i valori di peso specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriterro.

La sabbia dovrà risultare bene assortita in grossezza, essere pulitissima, non avere tracce di sali, di sostanze terrose, limacciose, fibre organiche, sostanze friabili in genere; è assolutamente vietato l'uso di sabbia marina. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione, avere forma angolosa ed elementi di grossezza variabile da mm 1 a mm 2. L'Appaltatore dovrà provvedere a suo onore alla formulazione delle granulometrie delle sabbie usate ogni qualvolta la Direzione Lavori ne faccia richiesta; le granulometrie dovranno essere determinate con tele e stacci UNI 2331-2/80 ed UNI 2332-1/79.

La ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose. Dovrà avere forme tondeggianti o a spigoli vivi, comunque non affusolate o piatte.

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche non gessosa né geliva, deve essere esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee e non deve contenere impurità né materie pulverulentili. Deve essere costituito da elementi le cui dimensioni soddisfino le condizioni indicate per la ghiaia.

Gli aggregati devono essere lavati con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

### **1.3.2 Aggregati per costruzioni stradali**

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 13242. La designazione di ciascuna pezzatura dovrà contenere: dimensioni dell'aggregato, tipo di aggregato (composizione petrografica prevalente) e località di provenienza (eventuale deposito e produttore).

Inoltre, i pietrischi, i pietrischetti, le graniglie, le sabbie e gli additivi da impiegarsi per le costruzioni stradali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme tecniche del CNR, fascicolo n. 4 ultima edizione.

Si definisce:

- pietrisco: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli, passante al crivello 71 UNI 2334 e trattenuto dal crivello 25 UNI 2334;
- pietrischetti: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 25 UNI 2334 e trattenuto dal crivello 10 UNI 2334;
- graniglia: materiale litoide ad elementi approssimativamente poliedrici con spigoli vivi, ottenuto per frantumazione di pietrame o di ciottoli o di ghiaie, passante al crivello 10 UNI 2334 e trattenuto dal setaccio 2 UNI 2332;
- sabbia: materiale litoide fine, di formazione naturale od ottenuto per frantumazione di pietrame o di ghiaie, passante al setaccio 2 UNI 2332 e trattenuto dal setaccio 0,075 UNI 2332;
- additivo (filler): materiale pulverulento passante al setaccio 0,075 UNI 2332.

Per la caratterizzazione del materiale rispetto all'impiego valgono i criteri di massima riportati all'art. 7 delle norme tecniche del CNR, fascicolo n. 4 ultima edizione. I metodi da seguire per il prelevamento di aggregati, per ottenere dei campioni rappresentativi del materiale in esame occorre fare riferimento alle norme tecniche del CNR 93/82.

### **1.3.3 Aggregati per sovrastrutture stradali**

Gli aggregati non legati e legati con leganti idraulici per la realizzazione di sovrastrutture stradali dovranno essere conformi alla norma UNI EN 13242.

Gli aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per sovrastrutture stradali dovranno essere conformi alla norma UNI EN 13043 e le miscele dovranno seguire le specifiche della norma UNI EN 13285.

Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità alle norme europee armonizzate sopra richiamate e la designazione di ciascuna pezzatura dovrà contenere almeno le dimensioni dell'aggregato, il tipo di aggregato (composizione petrografica prevalente) e la località di provenienza (eventuale deposito e produttore).

Inoltre gli aggregati lapidei impiegati nelle sovrastrutture stradali dovranno essere costituiti da elementi sani, tenaci, non gelivi, essere privi di elementi alterati, esenti da materie eterogenee e dovranno soddisfare i requisiti riportati nelle norme tecniche CNR 139/92.

Per l'additivo (filler) che deve di norma essere costituito da polvere proveniente da rocce calcaree di frantumazione, all'occorrenza si può usare anche cemento portland e calce idrata con l'esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale.

### **1.3.4 Aggregati riciclati**

Per la classificazione degli aggregati riciclati si fa riferimento alla norma UNI EN 13285/2004 e si comprendono i calcestruzzi riciclati, le murature riciclate, le macerie e i materiali da demolizione stradale.

La composizione delle miscele contenenti aggregati riciclati deve essere determinata mediante separazione visiva, utilizzando le modalità sperimentali riportante in Appendice A della Norma UNI EN 13285 e deve essere conforme, per ciascuna delle categorie di cui sopra, alla relativa composizione.

I materiali C&D da utilizzare nelle opere previste nel presente Disciplinare potranno essere ottenuti impiegando o materiali appartenenti ad una sola delle categorie di cui sopra, oppure miscelando in opportune proporzioni materiali appartenenti a categorie diverse con eventuali integrazioni di materiale naturale, nel rispetto dei limiti di composizione indicati per le varie categorie di lavoro.

Gli impianti di produzione di inerti riciclati devono essere qualificati dalla Direzione Lavori per stabilirne l'idoneità alla fornitura del materiale, nonché la rispondenza alle prescrizioni metodologiche del processo di cui al D.M. 05/02/98, n. 72. Il materiale da riciclo deve mantenere elevati livelli di costanza granulometrica e di composizione. A tal fine gli impianti di produzione di inerti riciclati possono essere organizzati in modo tale da rispondere a queste caratteristiche di riferimento (non vincolanti):

- a) consentire il controllo della qualità dei materiali in arrivo, per una verifica delle caratteristiche e dell'idoneità all'utilizzo;
- b) essere dotati di zone debitamente attrezzate e delimitate per lo stoccaggio provvisorio del materiale, eventualmente suddiviso per tipologie (calcestruzzi, macerie, conglomerati bituminosi, sfridi, scarti industriali, ecc.);
- c) consentire l'alimentazione dell'impianto di trattamento mediante mezzo meccanico (per esempio una pala gommata), evitando che lo stesso venga alimentato direttamente dagli autocarri in arrivo;
- d) consentire, in uscita dalla tramoggia di alimentazione, il controllo qualitativo dei materiali con eventuale esclusione dal ciclo produttivo del materiale non idoneo e/o pericoloso ed invio, tramite un by-pass, ad uno stoccaggio separato;
- e) consentire una prima vagliatura, mediante vibrovaglio, per l'eliminazione della frazione fine, e il convogliamento del materiale nella camera di frantumazione del mulino, in modo da avere la riduzione granulometrica dei detriti ed il perfetto distacco delle armature di acciaio dal calcestruzzo;
- f) consentire l'individuazione di sostanze pericolose e/o nocive;
- g) essere dotato di un deferrizzatore primario per l'eliminazione degli elementi ferrosi e di un secondo deferrizzatore, posto più vicino al nastro, in grado di eliminare anche le parti metalliche minute eventualmente sfuggite al primo deferrizzatore;
- h) consentire la separazione automatica, anche in più stadi, delle frazioni di materiale non idoneo (carta, residui di legno, frazioni leggere, ecc.) che devono essere convogliate in appositi contenitori;
- i) essere dotato di un vibrovaglio, per la selezione delle diverse frazioni granulometriche. Per garantire la costanza della qualità del prodotto, a prescindere dalle tipologie in alimentazione, gli impianti devono essere strutturati in modo tale da consentire la compensazione di carenze o ecedenze di frazioni granulometriche (dovute al tipo di materiale immesso nel ciclo); cioè, mediante la predisposizione di adeguate stazioni di vagliatura, in modo tale che, sul nastro trasportatore che alimenta lo stoccaggio finale del prodotto, sia presente l'intero assortimento granulometrico richiesto.

Tali caratteristiche impiantistiche si intendono di riferimento e, quindi, non vincolanti. Vincolante è l'approvazione dell'impianto da parte della Direzione Lavori.

In relazione alla variabilità della provenienza dei materiali in arrivo all'impianto, dalla quale può conseguire una disuniformità del comportamento in opera, gli aggregati riciclati possono essere impiegati unicamente se facenti parte di lotti previamente caratterizzati. I risultati delle prove di laboratorio su campioni sono da ritenersi rappresentativi del solo lotto sul quale è stato effettuato il campionamento. I singoli lotti di prodotto devono essere stoccati su un piano di posa stabile, pulito, regolare e ben drenato, in modo che risultino ben separati e distinguibili gli uni dagli altri. I lotti hanno di norma dimensioni variabili da 500 a 3000 mc.

L'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la documentazione relativa alla qualificazione dei lotti che intende impiegare, completa delle certificazioni relative alle analisi effettuate. I risultati devono essere riportati distintamente per ciascuna prova. Il lotto deve essere infine caratterizzato mediani i valori massimi e minimi ottenuti dalle determinazioni sui relativi campioni. La documentazione di qualifica del materiale dovrà essere presentata per ogni lotto che si intende impiegare.

#### **1.4 CUBETTI DI PIETRA, PIETRINI IN CEMENTO E MASSELLI IN CALCESTRUZZO**

I cubetti di pietra dovranno rispondere alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietre per pavimentazioni stradali" C.N.R. – ed. 1954 e alle Tabelle U.N.I. 2719 – ed. 1945. I pietrini in cemento dovranno corrispondere alle norme UNI 2623-44 e seguenti.

I pavimenti in masselli di calcestruzzo risponderanno alle U.N.I. 9065-87 e 9066/1 e 2-87.

#### **1.5 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO**

I manufatti in calcestruzzo prefabbricati devono essere prodotti in conformità alla norma UNI EN 13369 che stabilisce i requisiti e i controlli sulle attrezzature, i materiali, i processi di produzione e i prodotti.

Per il calcestruzzo e gli acciai di eventuali armature si fa inoltre riferimento alle NTC D.M. 14.01.2008.

#### **1.6 MATERIALI FERROSI**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, solfature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Per ogni fornitura dovrà essere sempre consegnato alla Direzione Lavori certificato del produttore.

In particolare gli acciai per opere in cemento armato, cemento armato precompresso e per carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 gennaio 2008. La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

Designazione, definizione e classificazione sono conformate dalle seguenti normative:

- UNI EN 10027 definizione e classificazione dei tipi di acciaio;
- UNI EN 10001 ghisa greggia. Definizioni e classificazioni;
- UNI EN 1563 ghisa sferoidale. Classificazione.

##### **1.6.1 Acciaio**

Tutti gli acciai impiegati (tondi, nervati, in cavo o fili, in rete eletrosaldata...) dovranno essere conformi al D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le Costruzioni" e relativa circolare n. 617 del 2 febbraio 2009. La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, effettuerà i controlli in cantiere in base alla suddetta disposizione di legge.

Devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del DPR n. 246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata sulla base dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, copia del quale deve accompagnare tutte le forniture.

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

##### **Acciaio per armature**

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. 14/01/2008 e dalle norme armonizzate per i materiali da costruzione EN 10080.

L'acciaio per cemento armato può essere di tipo B450A e B450C e per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Gli acciai dovranno essere esenti da difetti tali da pregiudicarne l'impiego, quali incisioni, ossidazioni, corrosioni, lesioni, untuosità ed in genere ricopertura da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato. È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili, qualificati e controllati in stabilimento. È fatto

divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine. Le relative forniture debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi nonché dotate di marchiatura da cui risulti il riferimento allo stabilimento produttore, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità. La data del certificato deve essere non inferiore a tre mesi da quella di spedizione.

I controlli in cantiere, effettuati con la modalità indicata nel D.M. 14 gennaio 2008, sono obbligatori e saranno effettuati con il prelevamento di tre spezzoni marchiati, di uno stesso diametro, scelti entro ciascun gruppo di ciascuna partita di comune provenienza. I controlli, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, accerteranno la resistenza e l'allungamento di ciascun campione. Eventuali risultati anomali, saranno dal Direttore Lavori comunicati sia al Laboratorio Ufficiale incaricato in stabilimento, sia al Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici.

Gli acciai per le reti eletrosaldate devono essere ad aderenza migliorata, saldabili e rispondere anch'essi alle caratteristiche riportate nel D.M. 14 gennaio 2008. In ogni elemento di rete le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Ogni pannello di rete deve essere inoltre dotato di apposita qualificazione e marchiatura conforme a quanto previsto dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080). I controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.

#### Acciaio per Cemento Armato Precompresso

Gli acciai per armature da precompressione potranno essere forniti in rotoli (fili, trecce, trifoli), su bobine (trefoli) ed in fasci (barre). Il diametro dei rotoli deve essere tale che i fili, allungati al suolo su un tratto di 10 m, all'atto dello svolgimento non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore dovrà indicare il diametro minimo di avvolgimento. Ciascun rotolo di filo (liscio, ondulato, con impronte) dovrà essere esente da saldature; sono ammesse le saldature sui fili componenti le trecce effettuate prima della trafilatura. Per i trifoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché le saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche garantite dal produttore e conformi a quanto stabilito dal D.M. 14/01/2008.

#### Acciaio per impieghi strutturali

Sarà ammesso solo l'uso di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 secondo quanto previsto dalla norma EN 10025.

L'acciaio COR-TEN, materiale brevettato dalla United States Steel Corporation (U.S.S.) nel 1933, ha caratteristiche di elevata resistenza alla corrosione (CORrosion resistance) e di elevata resistenza meccanica (TENSile strength). Nella designazione l'acciaio COR-TEN è individuato dalla sigla W (Weathering). La resistenza del COR-TEN alla corrosione da agenti atmosferici consente sia l'utilizzazione del prodotto "nudo", sia verniciato. L'acciaio COR-TEN, per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica, è classificabile e deve rispondere alla norma UNI EN 10025-5.

Gli acciai per impieghi strutturali dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008. La progettazione strutturale è inoltre soggetta al rispetto dell'Eurocodice 3 per le strutture in acciaio e all'Eurocodice 4 per le strutture miste acciaio-calcestruzzo.

#### Acciaio zincato

I profilati, le lamiere e i tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovranno essere zincati per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 1461:2009 e UNI EN ISO 14713:2010 . di unificazione Progetto SS UNI E 14.07.000 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo - rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi, fabbricati in materiale ferroso). Per tutti i manufatti in lamiera zincata quali coperture, condotti, canali di gronda, converse, scossaline, compiui, infissi, serrande, serbatoi per acqua e simili, se non altrimenti disposto dovranno essere impiegate lamiere zincate secondo il procedimento Sendzimir (normative UNI EN 10042 e UNI EN 10147).

Lo strato di zincatura, inteso come massa di zinco espressa in grammi al metro quadrato, presente complessivamente su ciascuna faccia della lamiera, se non diversamente specificato, non dovrà essere inferiore a:

- 190 g/m<sup>2</sup> per zincatura normale;

- 300 g/m<sup>2</sup> per zincatura pesante.

#### Acciaio inossidabile

Dovrà presentare elevata resistenza alla corrosione e al calore e rispondere, per composizione chimica, caratteristiche e prescrizioni generali, alle norme UNI 6900 e 6901. Le lamiere d'acciaio inox saranno laminate a freddo a norma UNI 8317. La designazione degli acciai è fatta per composizione chimica, dove «xx» sta per «acciaio legato», il primo numero indica la percentuale di carbonio moltiplicato per 100 ed i numeri finali indicano i tenori degli elementi di lega in %. Oltre alla classificazione UNI sarà abitualmente usata anche la classificazione AISI (American Iron and Steel Institute).

#### Acciaio per barriere di sicurezza

L'acciaio utilizzato sarà acciaio autopassivante tipo "S355JOWP", oppure, a seconda delle indicazioni progettuali o della Direzione Lavori, acciaio con  $f_{y} \geq 275$  N/mm<sup>2</sup>, zincato a caldo con un ricoprimento di zinco minimo pari a 300 gr/m<sup>2</sup> su ogni faccia sia esterna che interna dell'elemento.

Nel caso di acciaio autopassivante dovranno essere verificate le seguenti caratteristiche chimiche e meccaniche (UNI EN 10025-5):

#### Composizione chimica all'analisi di colata

Designazione In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2	Metodo di deossida- zione a)	C % max.	Si % max.	Mn %	P % b)	S % max. b)	N % max.	Aggiunta di elementi che fissano l'azoto c)	Cr %	Cu %	Altri
S355JOWP	1.8945	FN	0,12	0,75	max. 1,0	0,06-0,15	0,035	0,009 g)	-	0,30-1,25	0,25-0,55	e)

a) FN = acciai effervescenti non ammessi; FF = acciai interamente calmato.

b) Per i prodotti lunghi, il tenore di P e S può essere maggiore dello 0,005%.

c) Gli acciai devono contenere almeno uno dei seguenti elementi: Al totale  $\geq 0,020\%$ , Nb: 0,015-0,060%, V: 0,02-0,12%, Ti: 0,02-0,10%. Se questi elementi sono utilizzati in combinazione, almeno uno di loro deve essere presente con il tenore minimo indicato.

d) Gli acciai possono presentare un tenore massimo di Ni pari allo 0,65%.

e) Il valore massimo relativo all'azoto non trova applicazione se la composizione chimica comporta un tenore minimo totale di Al dello 0,020% oppure se sono presenti altri elementi che fissino l'azoto in quantità sufficienti. Gli elementi che fissano l'azoto devono essere indicati nel documento di controllo.

#### Composizione chimica all'analisi di prodotto

Designazione In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2	Metodo di deossida- zione a)	C % max.	Si % max.	Mn %	P % b)	S % max. b)	N % max.	Aggiunta di elementi che fissano l'azoto c)	Cr %	Cu %	Altri
S355JOWP	1.8945	FN	0,15	0,80	max. 1,1	0,05-0,16	0,040	0,010 g)	-	0,25-1,35	0,20-0,60	e)

- a) FN = acciai effervescenti non ammessi; FF = acciaio interamente calmato.  
 b) Per i prodotti lunghi, il tenore di P e S può essere maggiore dello 0,005%.  
 c) Gli acciai devono contenere almeno uno dei seguenti elementi: Al totale  $\geq 0,020\%$ , Nb: 0,010-0,065%, V: 0,01-0,14%, Ti: 0,01-0,12%. Se questi elementi sono utilizzati in combinazione, almeno uno di loro deve essere presente con il tenore minimo indicato.  
 e) Gli acciai possono presentare un tenore massimo di Ni pari allo 0,70%.  
 g) Il valore massimo relativo all'azoto non trova applicazione se la composizione chimica comporta un tenore minimo totale di Al dello 0,020% oppure se sono presenti altri elementi che fissino l'azoto in quantità sufficienti. Gli elementi che fissano l'azoto devono essere indicati nel documento di controllo.

#### Caratteristiche meccaniche a temperatura ambiente per prodotti lunghi e piani

Designazione		Carico unitario minimo di snervamento R <sub>eu</sub> a) N/mm <sup>2</sup>					Resistenza a trazione R <sub>ma</sub> a) N/mm <sup>2</sup>			Posizione dei provini a)		Allungamento percentuale minimo dopo rottura a) %					
In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2	Spessore nominale mm					Spessore nominale mm			L <sub>a</sub> = 80 mm Spessore nominale mm			L <sub>a</sub> = 5,65VS <sub>0</sub> Spessore nominale mm				
		≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>8 0 ≤1 00	<3	≥3 ≤100		>1,5 ≤2	>2 ≤2,5	>2,5 ≤3	>3 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤100		
S355J0WP	1.8945	355	345c)	-	-	-	510-680	470-630c)	I t	16 14	17 15	18 16	22c) 20	-	-		

a) Per lamiere, nastri e larghi piatti di larghezze  $\geq 600$  mm, si applica la trasversale (I) alla direzione di laminazione. Per tutti gli altri prodotti, si applicano i valori per la direzione parallela (I) alla direzione di laminazione.  
 c) - per prodotti piani: applicabile fino a 12 mm.  
 - per prodotti lunghi: applicabile fino a 40 mm.

#### Caratteristiche meccaniche – Resilienza KV longitudinale per prodotti lunghi e piani

Designazione	Temperatura °C		Resilienza minima a) J	
In conformità a EN 10027-1 e CR 10260	In conformità a EN 10027-2			
S355J0WP b)	1.8945		0	27
S355J2WP b)	1.8946		-20	27
a) Per spessori nominali $\leq 12$ mm, vedere punto 7.3.2.1 della EN 10025-1:2004. b) I valori di resilienza devono essere concordati all'atto dell'ordine.				

Tolleranze di spessore: saranno considerate in base alla Norma UNI EN 10051 (per laminati a caldo) e UNI EN 10219-2 per profilati. Gli spessori in ogni caso devono essere superiori o uguali a quelli nominali.

Piegatura a freddo: si raccomanda di usare i seguenti parametri:

spess. (mm)	2-3	4	5	6	7	8	10	12
raggio (mm)	4	8	10	12	21	24	30	36

Collaudi e documenti tecnici: la qualità delle materie prime deve essere certificata dal Produttore o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'art. 20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le modalità previste dal D.M. 14 gennaio 2008.

#### Reti di acciaio zincato per recinzioni

Sono reti costituite da filo di acciaio zincato a maglie romboideali con altezza minima fuori terra di 160 cm, sostenute da paletti di legno interrati per almeno 50 cm e distanziati non più di 2,5 m. Le reti di recinzione devono essere interrate di almeno 30 cm. Sul bordo inferiore della rete dovrà essere fissato, in funzione antidivellimento, un tondino di ferro di diametro minimo 12 mm.

#### 1.6.2 Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di ridurne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

Le griglie per attraversamenti e tombini stradali saranno realizzate con profili battentati in ghisa sferoidale, perfettamente raccordati al piano circostante, e saranno conformi alla norma UNI EN 124:1995 riguardante i principi di costruzione, le prove tipo, la marcatura e il controllo di qualità.

#### 1.7 LEGNAMI

I legnami, da impiegare in opere stabili e provvisorie, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni riportate dal D.M. 30 ottobre 1972 e ai requisiti di cui alle Norme UNI in vigore.

Di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive che per quelle provvisorie, tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono stati destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo. Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

I legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice. Le strutture in legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

## 1.8 ROCCIA DA COSTRUZIONE E/O DA DECORAZIONE, DI NORMA NON LUCIDABILE

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte (calcareiti, arenarie a cemento calcareo, peperini, tufi...);
- rocce dure e/o compatte (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, basalti, trachiti...).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle forme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI 8458.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
  - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 2a;
  - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724 - parte 2a;
  - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 3a;
  - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724 - parte 5a;
  - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D 16 novembre 1939 n. 2234.

Per quanto riguarda il tufo, questo dovrà essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo il cappellaccio, quello pomicoso e quello facilmente friabile.

## 1.9 BITUMI

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in soluzioni di carbonio e dotati di capacità legante.

I leganti bituminosi semisolidi impiegati senza alcun trattamento sono quei bitumi per uso stradale di normale produzione di raffineria impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi a caldo tradizionali.

I leganti a base di bitume impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate di riferimento: UNI EN 12591 per i bitumi puri per applicazioni stradali, UNI EN 14023 per i bitumi modificati, UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

Il bitume deve essere del tipo 50/70 con le caratteristiche indicate nella tabella sottostante.

*Requisiti del bitume semisolido tal quale per conglomerati bituminosi tradizionali per strati di binder*

Parametro		Normativa	Unità di misura	Tipo 50/70 UNI EN 12591
<i>Requisiti essenziali</i>				
Penetrazione a 25°C		UNI EN 1426	dmm	50 - 70
Punto di rammollimento		UNI EN 1427	°C	46 - 54
Requisiti dopo RTFOT UNI EN 12607-1	Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50
	Incremento del punto di rammollimento - Severità 1	UNI EN 1427	°C	≤ 9
	Incremento del punto di rammollimento - Severità 2 <sup>1)</sup>	UNI EN 1427	°C	≤ 11
Variazione di massa			%	≤ 0,5
Flash Point		UNI EN ISO 2592	°C	≥ 230
Solubilità		UNI EN 12592	%	≥ 99,0
<i>Altre proprietà</i>				
Indice di penetrazione <sup>1)</sup>		UNI EN 12591	-	da -1,5 a +0,7
Viscosità dinamica a 60°C		UNI EN 12596	Pa·s	≥ 145
Punto di rottura (Fraass) <sup>1)</sup>		UNI EN 12593	°C	≤ -8
Viscosità cinematica a 135°C		UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥ 295
<sup>1)</sup> Se si seleziona la Severità 2, essa deve essere associata ai requisiti relativi al punto di rottura Fraass o all'indice di penetrazione o ad entrambi				

### Bitumi liquidi

Debbono soddisfare le "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al fascicolo n. 7 del C.N.R., ultima edizione.

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione 100 ± 120 e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l' 80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l' 85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

### 1.9.2 Emulsioni bituminose cationiche

I leganti a base di bitume impiegati per le mani di ancoraggio e di attacco dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA delle norme europee armonizzate UNI EN 13808 per le emulsioni di bitume.

Le norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose acide devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

1.9.3	Parametro	Normativa	Unità di misura	Specifiche UNI EN 13808			
				Cationica 55%	Cationica 60%	Cationica 65%	
Polarità	UNI EN 1430	-	positiva	Classe 2	positiva	Classe 2	positiva Classe 2
Contenuto di bitume + flussante	UNI EN 1431	%	≥ 53	Classe 4	≥ 58	Classe 5	≥ 63 Classe 6
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 2 mm)	UNI EN 12846-1	s	15 - 45	Classe 3			
Tempo di efflusso a 40°C (viscosimetro da 4 mm)	UNI EN 12846-1	s			10 - 45	Classe 6	10 - 45 Classe 6
Indice di rottura (metodo del filler minerale)	UNI EN 13075-1	-	70 - 130	Classe 4	70 - 130	Classe 4	70 - 130 Classe 4
Caratteristiche del bitume recuperato per evaporazione UNI EN 13074							
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	≤ 220	Classe 5	≤ 220	Classe 5	≤ 220 Classe 5
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 35	Classe 6	≥ 35	Classe 6	≥ 35 Classe 6

**Bitumi modificati**

I bitumi modificati sono costituiti da bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastici che, quando non diversamente prescritto, devono rispondere alle indicazioni riportate nella seguente tabella:

**Bitumi modificati - specifiche suggerite dal CEN**

	Norma EN	Norma corrisp.	Unità di misura	GRADAZIONE (*)					
				10/30 - 70	30/50 - 65	50/70 - 65	50/70 - 60	70/100 - 60	100/150 - 60
<b>CARATTERISTICHE OBBLIGATORIE</b>									
Penetrazione a 25°C	EN 1426	CNR 24/71	dmm	10/30	30/50	50/70	50/70	70/100	100/150
Punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C min	70	65	65	60	60	60
Coesione a +5°C	Pr EN		J/cm² min	5	5	5	5	5	5
Punto di inflammbilità	EN 22592	CNR 72/79	°C min	235	235	235	235	220	220
<b>CARATTERISTICHE FACOLTATIVE</b>									
Ritorno elastico 25°C (**)	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	75	50	65	65
Punto di rottura Frass	EN 12593	CNR 43/74	°C min	-4	-8	-15	-12	-15	-17
Stabilità allo stoccaggio stoccaggio									

	Norma EN	Norma corrisp.	Unità di misura	GRADAZIONE (*)					
				10/30 - 70	30/50 - 65	50/70 - 65	50/70 - 60	70/100 - 60	100/150 - 60
Differenza del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	5	5	5	5	5	5
Differenza di penetrazione	EN 1426	CNR 24/71	dmm max	5	5	5	5	7	12
Penetrazione residua	EN 1426	CNR 24/71	% min	60	60	60	60	55	50
Incremento del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	8	8	10	10	12	14
Riduzione del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 35/73	°C max	4	4	5	5	6	6
Ritorno elastico a 25°C sul residuo (**)	PrEN	DIN 52013	% min	50	50	50	50	50	50

(\*) La denominazione dei vari gradi di bitume modificato indica l'intervallo di penetrazione e il punto di rammollimento.

(\*\*) Applicabile solo a bitumi modificati con ritorno elastico > 50 %.

**1.9.4 Additivi**

Per migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi si aggiungono agli aggregati o al bitume dei prodotti naturali o artificiali che prendono il nome di additivi.

**Attivanti d'adesione**

Gli attivanti d'adesione sono additivi tensicattivi che favoriscono l'adesione bitume - aggregato, utilizzati per migliorare la durabilità all'acqua delle miscele bituminose.

Il loro dosaggio va specificato obbligatoriamente nello studio della miscela e può variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto. La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua. L'attivante di adesione scelto deve presentare, in ogni caso, caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni). Per immettere le sostanze tensioattive nel bitume devono essere impiegate attrezzature idonee, al fine di garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

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

La presenza ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

#### *Attivanti chimici funzionali*

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) sono prodotti studiati appositamente per migliorare la tecnologia del riciclaggio e/o l'impiego di riciclati in miscele tradizionali. Essi sono impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare e devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella tabella sottostante. Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto e può essere determinato utilizzando la procedura riportata nella nota.

#### Requisiti degli Attivanti Chimici Funzionali (ACF)

Attivanti Chimici Funzionali (ACF)			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numeri di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

### 1.10 TUBAZIONI E CONDOTTE

#### 1.10.1 *Tubazioni in calcestruzzo*

I tubi dovranno essere confezionati con calcestruzzo idoneo all'utilizzo finale previsto in progetto, essere perfettamente rettilinei, di spessore uniforme e scevri da screpolature. Dovranno essere prodotti in stabilimenti specializzati con impianti automatici, essere controllati, collaudati e certificati si sensi della normativa vigente, con impressa la marcatura secondo quanto indicato nella norma UNI EN 1916.

A seconda dell'uso potranno avere sezioni sia circolari che scatolari, con adeguata armatura calcolata per carichi di I<sup>a</sup> categoria se da utilizzare per attraversamenti stradali. Dovranno avere sistemi di giunzione idonei a garantire la perfetta tenuta idraulica.

Per le caratteristiche dei tubi si fa riferimento alle seguenti normative:

UNI EN 1916 → Tubi di calcestruzzo armato, non armato e rinforzato con fibre d'acciaio;

UNI EN 681 → Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque;

UNI EN 14844 → Elementi scatolari di sezione rettangolare per condotte sotterranee;

UNI 8981 → Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo;

D.M. 12-12-85 → Norme tecniche relative alle tubazioni;

Circolare LL.PP. 27291 → Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;

D.M. 14-01-2008 → Norme tecniche per le costruzioni;

UNI 7517 → Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna;

DIN 4263 → Canali e Tubazioni nelle costruzioni idrauliche;

DIN 4033 → Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati: Direttive per la costruzione.

#### 1.10.2 *Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad)*

La materia prima impiegata nella fabbricazione dei tubi dovrà essere polietilene PE ad alta densità vergine derivato esclusivamente dalla polimerizzazione dell'etilene stabilizzato e addizionato dal produttore con additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) uniformemente dispersi nella massa granulare tali da consentire l'estruzione, garantendo comunque la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione e sia durante la vita utile del manufatto.

Il polimero deve essere assolutamente vergine e non rigenerato.

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati da I.I.P. - Istituto Italiano dei Plastici con Marchio di conformità IIPUNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alla norma EN 45011.

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma.

Tutti i tubi (e i raccordi) dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza ad intervalli massimi di 2 m.

Le caratteristiche dei tubi saranno verificate in base alle seguenti normative:

rigidità anulare SN → secondo EN ISO 9969;

flessibilità anulare → secondo EN 1446;

resistenza all'abrasione → secondo EN 295-3;

resistenza minima a trazione → secondo EN 1979.

#### 1.10.3 *Tubazioni in policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)*

La materia prima impiegata nella fabbricazione dei tubi dovrà essere policloruro di vinile non plastificato vergine addizionato dal produttore con additivi (lubrificanti, stabilizzanti...) uniformemente dispersi nella massa tali da consentire l'estruzione, garantendo comunque la stabilità delle caratteristiche del polimero sia in fase di lavorazione e sia durante la vita utile del manufatto. Il polimero deve essere assolutamente vergine e rispondere ai requisiti indicati nella norma UNI EN 1401.

I tubi ed i raccordi dovranno essere certificati da I.I.P. - Istituto Italiano dei Plastici con Marchio di conformità IIPUNI o Piip o da altro organismo di certificazione di prodotto equivalente accreditato in conformità alla norma EN 45011.

Quando osservate senza ingrandimento, le superfici interne e esterne dei tubi e dei raccordi dovranno essere lisce, pulite e prive di cavità, bolle, impurezze e qualsiasi altra irregolarità superficiale che possa influire sulla conformità alla norma.

Tutti i tubi (e i raccordi) in PVC-U dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza ad intervalli massimi di 2 m.

Le caratteristiche dei tubi saranno verificate in base alle seguenti normative:

contenuto in PVC → secondo EN 1905;

massa volumica → secondo ISO 1183;

rigidità anulare SN → secondo EN ISO 9969;

resistenza alla pressione interna → secondo UNI EN 921.

#### 1.10.4 Condotte in lamiera ondulata

Le lamiere ondulate saranno costituite da acciaio conforme alla UNI EN 10025, zincate a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461, di qualità minima S235JR. La zincatura deve essere praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura degli elementi (piastre). Gli elementi dovranno essere esenti da difetti come solfature, bolle di fusione, macchie, scaliglature, parti non zionate ecc.

Gli spessori della lamiera e le dimensioni dell'onda sono definiti in progetto in funzione della forma, della dimensione e dei carichi agenti sulla condotta. I pesi, in rapporto allo spessore, dovranno risultare da tabelle fornite dal produttore, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

Il controllo dello spessore della lamiera verrà effettuato sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte dalla norma UNI EN 10051. Nel caso gli accerchiamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita. Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano altri 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento bituminoso o asfaltino, che dovrà corrispondere ad un peso di 1,0 Kg/mq applicato a spruzzo od a pennello, o mediante bitume ossidato applicato con immersione a caldo.

Per ogni fornitura effettuata, l'appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la certificazione del materiale, con marcatura CE, rilasciata dal produttore.

Verranno utilizzati bulloni ad alta resistenza aventi caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 20898. Per i bulloni le associazioni dadi-viti sarà conforme alla CNR UNI 10011. Le associazioni tra bulloni ed ondulazioni della lamiera saranno conformi alle indicazioni del produttore.

#### 1.11 GEOSINTETICI

##### 1.11.1 Geotessili non tessuti

I geotessili non tessuti sono teli a struttura piana composti da fibre sintetiche disposte casualmente e coesionate mediante agglutinazione meccanica o termosaldatura. In relazione alla lunghezza delle fibre, i geotessili non tessuti possono essere a filamento continuo o a fibra corta (fiocco). Hanno funzione di separazione, filtrazione e rinforzo; per l'applicazione nei drenaggi si devono usare geotessili non tessuti a filo continuo, salvo diversa prescrizione o indicativo della Direzione Lavori.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare sono definite nel progetto e comunque gli stessi devono essere verificati e concordati con la Direzione Lavori.

Per la determinazione delle caratteristiche fisiche, meccaniche e idrauliche si fa riferimento alle seguenti normative:

massa areica	g/mq	EN ISO 9864
resistenza a trazione longitudinale e trasversale	kN/m	EN ISO 10319
allungamento a carico massimo longitudinale e trasversale	%	EN ISO 10319
resistenza al punzonamento statico	kN	EN ISO 12236
perforazione al cone drop test	mm	EN ISO 13433
apertura caratteristica O90	$\mu\text{m}$	EN ISO 12956
Permeabilità normale al piano	$\text{l/s}^*\text{mq}$	EN ISO 11058

La durabilità minima deve essere di 25 anni.

Il geotessile dovrà essere marcato CE in conformità alle norme armonizzate pertinenti all'applicazione cui è destinato il prodotto.

L'accettazione del prodotto è subordinata alla presentazione alla Direzione Lavori della scheda tecnica, del certificato di conformità CE e del certificato di qualità aziendale del produttore.

##### 1.11.2 Geotessili tessuti

I geotessili tessuti sono teli a struttura piana e regolare formata dall'intreccio di due fili in fibre sintetiche ortogonali tra loro (trama ed ordito), con aperture regolari e di piccole dimensioni. Si suddividono in geotessili tessuti monofilamento e geotessili tessuti a nastro (o bandelle).

Hanno prevalenti funzioni di separazione, filtrazione e rinforzo.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare sono definite nel progetto e comunque gli stessi devono essere verificati e concordati con la Direzione Lavori.

Per la determinazione delle caratteristiche fisiche, meccaniche e idrauliche si fa riferimento alle seguenti normative:

massa areica	g/mq	EN ISO 9864
resistenza a trazione longitudinale e trasversale	kN/m	EN ISO 10319
allungamento a carico massimo longitudinale e trasversale	%	EN ISO 10319
resistenza al punzonamento statico	kN	EN ISO 12236
perforazione al cone drop test	mm	EN ISO 13433
apertura caratteristica O90	$\mu\text{m}$	EN ISO 12956
Permeabilità normale al piano	$\text{l/s}^*\text{mq}$	EN ISO 11058

La durabilità minima deve essere di 25 anni.

Il geotessile dovrà essere marcato CE in conformità alle norme armonizzate pertinenti all'applicazione cui è destinato il prodotto.

L'accettazione del prodotto è subordinata alla presentazione alla Direzione Lavori della scheda tecnica, del certificato di conformità CE e del certificato di qualità aziendale del produttore.

#### 1.12 MATERIALI PER SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale, bianca o gialla, è regolata dalla Norma Europea UNI EN 1436/98, che prevede le prestazioni che la stessa deve avere per gli utenti della strada.

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono delle seguenti tipologie:

- IDROPITTURE CON MICROSPHERE DI VETRO POST-SPRUZATE
- PITTURE A SOLVENTE CON MICROSPHERE DI VETRO PREMISCELATE E POST-SPRUZZATE COLATI PLASTICI A FREDDO

I materiali da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori in possesso di certificazione di qualità ISO 9002.

#### 1.13 MATTONI

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.

I laterizi da impiegarsi nelle opere in muratura portante dovranno rispondere alle caratteristiche di cui D.M. 14 gennaio 2008 - Nuove norme tecniche per le costruzioni al paragrafo 4.5.2.

Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. Infrastrutture e Trasporti 20 novembre 1987.

#### 1.14 MATERIALI DI QUALSIASI PROVENIENZA

Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle seguenti lavorazioni:

- materiali per rilevati e/o riempimenti,
- aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali,
- pietrame per murature, drenaggi, gabbioni

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne la idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste. Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Appaltatore stesso sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali. Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

### 2 LAVORAZIONI

#### 2.1 TRACCIAMENTI

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire la picchettazione completa o parziale del lavoro, prima di iniziare i lavori di sterro o riporto, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate e alla formazione delle cunette. A suo tempo dovrà pure posizionare delle modine o garbe, nei tratti più significativi o nei punti indicati dalla Direzione Lavori, utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

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

In relazione al programma dei lavori, prima di porre mano ai movimenti di terra e comunque non oltre i 60 giorni dalla data del verbale di consegna, l'Appaltatore dovrà provvedere in presenza del personale della Direzione Lavori, a rilevare le sezioni trasversali nelle posizioni indicate dal progetto, salvo la concorde facoltà di integrarle con altre o di spostarle per renderle più adatte alla configurazione dei terreni. L'Appaltatore dovrà segnalare per iscritto alla Direzione Lavori le eventuali osservazioni in merito al tracciato.

Trascorso il detto termine senza nessuna segnalazione da parte dell'Appaltatore, si intende che il tracciato è accettato dalla medesima in modo definitivo.

#### 2.2 DEMOLIZIONI

Tutti i materiali di risulta provenienti da demolizioni o rimozioni di qualsiasi natura dovranno essere gestiti secondo quanto prescritto dalla normativa vigente (D.Lgs. 152/06).

##### 2.2.1 Demolizione di murature

Le demolizioni di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso..), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso. Inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatucchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi. L'Appaltatore è responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni possono arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali.

Per le demolizioni da eseguirsi su strade in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione Lavori, le eventuali chiusure al traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Appaltatore il quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori e avrà l'obbligo di allontanare e di smaltire ai sensi di legge quelli rifiutati.

##### 2.2.2 Demolizione di pavimentazione e massicciata stradale in conglomerato bituminoso

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezature munite di fresa a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta. Tali attrezature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva. Ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori, il materiale fresato potrà essere giudicato idoneo per il reimpegno nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti. Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm. Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgraffature. La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezature munite di spazzole rotanti e dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato. Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore. Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina scavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

#### 2.3 SBANCAMENTO O SCOTICAMENTO

Consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi e nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua, di norma fino alla quota di cm 50 al di sotto del piano campagna.

Nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto segue:

- ① Lo sbancamento del terreno dovrà sempre essere eseguito prima di effettuare qualsiasi altro scavo o rilevato;
- ② tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sít;
- ③ il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente dovrà essere trasportato a discarica a spese dell'Appaltatore. E' comunque categoricamente vietato l'utilizzo di tale materiale per la costruzione dei

rilevati;

**Q3** nel caso di opere in rilevato, la larghezza dello sbancamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni di progetto in relazione alle pendenze dei siti di impianto.

## 2.4 SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di terreno dal sito originario e si distinguono:

- scavi di larga sezione;
- scavi a sezione obbligata e ristretta (o di fondazione).

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano e con mezzi meccanici. Per gli scavi si fa riferimento a quanto previsto e prescritto nel D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare esplicativa.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Appaltatore dovrà rispettare, assumendosene l'onere, le seguenti prescrizioni elencate a titolo descrittivo e non limitativo:

**Q1** in fase d'opera profilare le scarpe degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-mecaniche del terreno. Rifornire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio mediante prova Proctor (UNI EN 13286-2). Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei;

**Q2** eseguire, ove richiesto dalla Direzione Lavori, scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la verifica delle caratteristiche geotecniche dei terreni;

**Q3** recintare con idonei materiali atti ad impedire l'accesso agli estranei e la caduta dall'alto ed apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna attorno alle aree di scavo;

**Q4** provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza;

**Q5** adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrati di qualsiasi natura; provvedere, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere provvisorialmente deviate o danneggiate;

**Q6** segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della Direzione Lavori, prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti. In caso di inosservanza la Direzione Lavori potrà richiedere all'Appaltatore di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questo abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso;

**Q7** i materiali provenienti dagli scavi, in genere, potranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra, nell'ambito del medesimo cantiere, nel rispetto del D.Lgs. 152/2006 s.m.i. Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Appaltatore, e sotto il controllo della Direzione Lavori. I materiali se necessario potranno essere frantumati per ridurli alle dimensioni prescritte nel presente Disciplinare. I materiali che, invece, risultano non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Appaltatore, a rifiuto in discariche autorizzate. L'Appaltatore sarà responsabile della tenuta dei documenti comprovanti il regolare smaltimento dei materiali suddetti (bolle, formulari, ecc.) che dovrà conservare a propria cura e spese ed esibire in caso di richiesta della Provincia o delle autorità preposte.

Nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi, togliendo ogni impedimento che si opponesse al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo all'apertura di canali fugatori. L'Appaltatore dovrà inoltre adempiere agli obblighi previsti dalla legge in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

### 2.4.1 Scavi di larga sezione

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale, dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradohature di ancoraggio dei rilevati;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpe di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, fossi e canali.

È vietato all'Appaltatore, pena la demolizione del già fatto, di procedere con la realizzazione di qualsiasi successiva lavorazione o manufatto prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato gli scavi eseguiti.

I fronti di scavo per l'apertura della sede stradale dovranno corrispondere a quanto previsto negli elaborati di progetto ovvero a quanto diversamente stabilito in accordo con la Direzione Lavori in relazione alla situazione effettiva riscontrata durante i lavori.

Nel caso di apertura di sede stradale in trincea, a monte del ciglio dello scavo andrà previsto idoneo fosso di guardia per regimare e convogliare le acque di scorrimento superficiale provenienti da monte.

### 2.4.2 Scavi a sezione obbligata e ristretta (o di fondazione)

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà determinato, a giudizio della Direzione Lavori, o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno che delle quote dei piani finiti di fondazione. Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto. I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero su falda inclinata. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso non saranno computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito né il conseguente maggior volume di riempimento.

Per scavi in trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista un'idonea armatura di sostegno delle pareti di scavo.

Le fasi e i tempi di realizzazione degli scavi deve essere tale da garantire la stabilità a breve termine anche in riferimento alla natura dei terreni (permeabilità, granulometria, plasticità, ecc.). In ogni caso, i tempi di apertura degli scavi dovranno essere sufficientemente contenuti al fine di considerare realistiche le ipotesi di condizioni non drenate e scongiurando il rischio di fenomeni di rilascio tensionale e rotture progressive dei terreni coinvolti (decadimento della resistenza al taglio). Le pendenze degli scavi provvisori riportate sugli elaborati grafici di progetto sono del tutto indicative e dovranno essere verificate alla luce delle effettive condizioni geotecniche, stratigrafiche ed idrauliche in situ.

È vietato all'Appaltatore, pena la demolizione del già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la Direzione Lavori abbia verificato ed accettato i piani di

fondazione. L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento, fino alla quota prevista.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque di falda eventualmente presente. Gli emungimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

#### **2.4.3 Controllo degli scavi**

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica/geomeccanica con le ipotesi progettuali, la Direzione Lavori, in contradditorio con l'Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

Le caratteristiche dei materiali potranno essere accertate mediante prove di laboratorio (granulometrie, contenuto d'acqua, limiti di Atterberg, resistenza a compressione monoaassiale per le rocce...) e/o prove in situ (quali rilievi geologico-geotecnici e rilievi geomeccanici per le rocce).

Le prove di laboratorio si effettueranno con la seguente frequenza:

- ogni 500 mc di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento significativo delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla Direzione Lavori.

#### **2.5 RINTERRI E/O RINFIANCHI**

Per rinterri o rinfianchi si intendono i lavori di riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti.

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti, fatta salva diversa prescrizione specifica di progetto, dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7. È vietato in modo assoluto l'impiego di tutti i materiali che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando sui manufatti spinte maggiori di quelle previste.

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni e/o cavi elettrici interrati sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

Si dovrà evitare di procedere ai rinterri e rinfianchi in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano ancora raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

In linea di massima i materiali da utilizzare nei rinterri sono specificati negli elaborati di progetto.

#### **2.6 SISTEMAZIONE SUPERFICIALE**

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto. Il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

La sistemazione superficiale consiste nella preparazione del terreno mediante l'allontanamento del materiale più grossolano e la stesa per uno spessore di almeno 30 cm di terreno vegetale eventualmente proveniente dagli scavi di sbancamento, se ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori. In alternativa si deve prevedere lo spargimento di una miscela di sementi, che deve essere leggermente ricoperta con terreno, lo spargimento di sostanze concimanti ed ammendanti in quantità tale da garantire il nutrimento dei semi nella prima fase di crescita, e le successive bagnature.

#### **2.7 RILEVATI STRADALI**

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta della fondazione stradale (sottofondo).

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

Nel piano campagna immediatamente a valle del piede del rilevato deve essere realizzata idonea fossetta per il convogliamento e la regimazione delle acque provenienti dal rilevato stesso attraverso le canalette ad embrici opportunamente posizionate lungo le scarpate del rilevato.

##### **2.7.1 Piani di posa dei rilevati**

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti secondo le indicazioni degli elaborati progettuali, salvo approfondimenti, spostamenti o modifiche di altro genere date per iscritto dalla Direzione Lavori in corso d'opera.

La quota dei piani di posa dei rilevati si dovrà approfondire, come minimo, fino alla completa rimozione dello strato di coltre costituito da terreno vegetale o interessato dalle lavorazioni agricole praticate nella zona ove ricade l'impianto del rilevato.

Quando alla suddetta quota si rinviengono terreni appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>3</sub> (classifica CNR – UNI 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima Proctor (UNI EN 13286-2), modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

La terra vegetale risultante dagli scotichi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se concordato con la Direzione Lavori. È categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Appaltatore ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale utilizzato un'energia costipante tale da assicurare il raggiungimento della densità prescritta.

Nei terreni acclivi si consiglia di sistemare il piano di posa a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello di falda è superficiale.

Ogni qualvolta i rilevati poggiino su declivi con pendenza superiore al 15%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza e comunque non superiori al metro, fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale degli scavi o comunque già previste negli elaborati di progetto.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente, si dovrà realizzare lo scorticamento della scarpata e successivamente, con ogni cautela, la profilatura della stessa a gradoni orizzontali procedendo per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato ed il suo costipamento, consentendo nel contempo la viabilità a senso unico alternato sul rilevato esistente.

##### **Stabilizzazione a calce o a calce/cemento del piano di posa**

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre in posto con calce o calce/cemento di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche.

Quando i terreni rinvenuti alla quota di imposta del rilevato appartengono, secondo la classifica CNR – UNI 10006, ai gruppi A<sub>6</sub> e A<sub>7</sub>, e al gruppo A<sub>6</sub>, quando di origine

vulcanica od organogena, si ricorre alla stabilizzazione a calce del piano di posa.

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce aerea idrata o viva macinata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenerne, come indicato nella CNR 36/73, una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo. Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10. Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A<sub>2,6</sub> e A<sub>2,7</sub>) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%. Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva.

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> la calce può essere utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso, per migliorare le caratteristiche meccaniche dei materiali e renderle stabili nel tempo, occorre aggiungere, successivamente alla calce, leganti idraulici quali cemento Portland o pozzolanici del tipo 32.5. I requisiti meccanici delle miscele terra-calce-cemento, devono essere i medesimi richiesti per le miscele terra-calce. La stabilizzazione mista con calce e successivamente con cemento può essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità (IP > 20), se interessa acquisire la stabilità all'acqua delle miscele a breve termine (entro 30/40 giorni dalla stabilizzazione).

Le terre da trattare per il piano di posa non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%. La Direzione Lavori potrà derogare a tale limitazione (fino ad un massimo del 4%) se con opportune sperimentazioni si verifichi che sono comunque garantiti i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti. Inoltre le terre non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La terra da trattare va caratterizzata preliminarmente individuandone la composizione granulometrica, l'indice di plasticità, il contenuto d'acqua naturale, il contenuto in solfuri, solfati e materia organica, il valore di blu di metilene VB, il consumo iniziale di calce, le caratteristiche di costipamento e l'indice CBR. A tal fine si preleveranno campioni da pozetti esplorativi ogni 2000 mq e comunque con distanze reciproche tra questi non superiori ai 200 m e profondità almeno pari a quella del suolo da trattare.

La miscela di progetto va determinata preliminarmente in laboratorio in base a prove CBR (UNI EN 13286-47), alla determinazione del grado di rigonfiamento unitario, a prove di costipamento, a prove di rottura a compressione e a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

L'Appaltatore è tenuto a produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati e a realizzare, per ogni famiglia di terreno da trattare e per ciascun dosaggio, una sperimentazione di campo per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento. Una volta accettati dalla Direzione Lavori i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce, mediante ph-metria.

Per lo strato di posa, la miscela terra/calce o terra/calce/cemento è accettata quando il valore dell'indice CBR immediato è superiore a 10.

Per la stabilizzazione a calce di procederà, dopo lo sbancamento, con le seguenti fasi operative:

- scasso del terreno per profondità di almeno 30 cm;
- frantumazione delle zolle per ottenere un terreno passante al setaccio 4 UNI;
- misurazione dell'umidità naturale ed eventuale aggiunta d'acqua;
- spandimento della calce in polvere mediante adatte macchine spanditrici, munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità di avanzamento, esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa. Si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno. Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie;
- miscelazione della terra e del legante con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato di umidità. La miscelazione dovrà portare ad una colorazione uniforme dello strato e ad una dimensione massima delle zolle non superiore a 40 mm. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni;
- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice. La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che la miscela venga costipata prima dell'inizio della presa del legante. A tal fine è vietato all'Appaltatore porre in essere, nell'organizzazione dei lavori, atese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attesa prolungata debbono essere allontanate a cura e spese dell'Appaltatore;
- stesa di uno strato di 3-4 centimetri di sabbia bagnata (da asportare alla fine del periodo di maturazione) immediatamente dopo il completamento dell'ultimo strato costipato e sagomato per mantenere il più possibile costante l'umidità ottima di compattazione, poiché la resistenza e la stabilità dimensionale di una terra stabilizzata dipende anche da un accurato periodo di maturazione dopo la rullatura finale.

Le operazioni sopra descritte debbono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua del terreno naturale e delle miscele e vanno sospese se la temperatura ambiente scende sotto i 7°C e in condizioni di eccessiva ventosità.

In corso d'opera, a discrezione della Direzione Lavori, verrà effettuato il controllo del dosaggio in calce e lo spessore dello strato interessato dal trattamento. L'ubicazione dei prelievi e delle prove è scelta ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

#### 2.7.2 Rilevati con materiali naturali

Per la classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza si fa riferimento alla norma CNR 10006.

Per la realizzazione dei rilevati dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2,4</sub>, A<sub>2,6</sub>, A<sub>3</sub>; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7. Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub> (per le terre appartenenti al gruppo A<sub>3</sub> vale quanto detto in precedenza). I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, e non dovrà essere di natura argillo-scistosa nonché alterabile o molto fragile.

Nella formazione dei rilevati potranno essere impiegate le materie provenienti dagli scavi quando tecnicamente idonee.

Qualora, una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei, occorreranno ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Appaltatore ricorrerà al reperimento dei materiali dal mercato ordinario. È fatto obbligo all'Appaltatore di indicare le cave nelle quali intende acquistare i materiali per la costruzione dei rilevati alla Direzione Lavori. Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione Lavori l'Appaltatore è autorizzato ad acquistare i materiali da portare in rilevato. L'accettazione della cava da parte della Direzione Lavori non esime l'Appaltatore dall'assoggettarsi all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle previste.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso se di natura non geliva, stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati. Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato. Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata. Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc), dovrà esibire alla Direzione Lavori i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n° 14/1979. Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accettare i valori caratteristici richiesti alla fornitura. I certificati dovranno essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento Proctor (UNI EN 13286-2).

Su ciascuna sezione trasversale del rilevato i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso in cui si operi in zone ove l'azione del gelo non è occasionale, si debbono valutare i provvedimenti utili ad evitare l'ammaloramento per effetto del gelo del materiale posto in opera.

#### 2.7.3 Rilevati con materiali riciclati da demolizione edile (C&D)

In alternativa ai materiali naturali può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili.

I rilevati con materiali riciclati da demolizione edile potranno essere eseguiti previa autorizzazione della Direzione Lavori e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Nella tabella sottostante sono riportati i requisiti delle miscele di aggregati da costruzione e demolizione utilizzabili per la realizzazione di rilevati stradali

Componente	Modalità di prova	Limits
Concentrazione di materiali fini di qualsiasi natura (terracce, pietre, terra, legno, cartongesso, vetro, metalli, prodotti ceramici, gomme, plastica, ed elementi idraulici)	UNI EN 10255 Appendice A	> 70% in massa
Contenuto di carbonato di calcio	UNI EN 10255 Appendice A	> 25% in massa
Concentrazione di silice e scoria volcanaica	UNI EN 10255 Appendice A	> 10% in massa
Concentrazione di altri minerali del quale si ammette il maggior uso nel corpo strada a scorrimento regolare e/oro	UNI EN 10255 Appendice A	> 10% in massa e < 5%
Concentrazione di materiali diversi da quelli di cui alle precedenti righe (terra, legno, cartongesso, vetro, metalli, plastica, fibra, gomme, elementi idraulici e/o simili, ecc.)	UNI EN 10255 Appendice A	< 1% in massa
Concentrazione di gesso	UNI EN 10255 Appendice A	< 0,5% in massa
Parametri	Modalità di prova	Limits
Luce di spessore	CNR-UNI 10114	> 0%
Passaggio a setaccio 63 mm	UNI EN 933-I	> 55% in massa
Passaggio a setaccio 4 mm	UNI EN 933-I	> 0% in massa
Passaggio a setaccio 0,074 mm	UNI EN 933-I	> 25% in massa
Diametri massima D <sub>50</sub>	UNE 16033-3	125 cm
Trattamento vibrato 63 mm	Fornitore	Assenza di vuoti idron

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. previste dal D.M. 05/02/98, n. 72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, i materiali da demolizione debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802/2002).

Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere ≤ 1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in cemento armato, tale valore deve essere ≤ 0,5 %.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma umidità naturale. Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa.

#### 2.7.4 Formazione del corpo del rilevato

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto e non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20 con percentuale di pezzatura grossa (compreso tra 5 e 20 cm) non superiore del 30% in peso del materiale costituente il rilevato, sempre che tale percentuale abbia granulometria sufficientemente assortita. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

La stessa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2% (ma mai superiori al 3%).

Lo spessore dello strato sciolto non dovrà risultare superiore a 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>24</sub>, A<sub>25</sub>, A<sub>3</sub> o con rocce frantumate mentre, nel caso di utilizzo di materiali riciclati da demolizione edile, di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima degli aggregati impiegati e non superiore a 30 cm.

Ogni strato dovrà avere i requisiti di costipamento richiesti prima che venga messo in opera lo strato successivo, che non potrà essere posto in opera senza preventivo consenso della Direzione Lavori. Nella formazione dei rilevati si riserveranno agli strati superiori le terre migliori disponibili con la tassativa prescrizione di impiegare materiale appartenente al gruppo A<sub>1a</sub>, quale tout-venant di cava o misto di fiume con granulometria 1/100 mm ben assortita, nei 30 cm sottostanti la sovrastruttura stradale (sottofondo).

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alterazioni di strati di materiali da riciclo e di terre, anche se appartenenti ad uno dei gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>24</sub>, A<sub>25</sub>, A<sub>3</sub> della classificazione di cui alla Norma UNI 10006. Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati. Il piano particolareggiato delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino superficie di discontinuità.

In prossimità di manufatti e di opere flessibili, si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti operando eventualmente su strati di spessore ridotto. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata raggiungendo livelli di compattazione identici. A ridosso dei manufatti la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in situ del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm. Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato. La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare per il rilevato. La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con prova Proctor (UNI EN 13296-2), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm. Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la

cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati in corrispondenza di opere d'arte che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza. Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'Appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una opportuna configurazione in modo da permettere il deflusso delle acque e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta. Alla ripresa dei lavori dovrà essere rimossa qualsiasi traccia di vegetazione abbia attecchio. In caso di sospensione prolungata lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati ed è prudente ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

Le attrezature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Appaltatore ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale utilizzato un'energia costipante tale da assicurare il raggiungimento della densità prevista, prescrivendo per i terreni dei gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> un costipamento a carico dinamico-sinusoidale od un costipamento a carico abbinato statico e dinamico-sinusoidale.

Il materiale dei rilevati dovrà essere messo in opera durante periodi in cui le condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare, con scarpate e cigli perfettamente configurati e profilati.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza minima di 3 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m. Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Se nei rilevati avvenissero dei cedimenti dovuti a trascuratezza delle buone norme esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarico, rinnovando, ove occorre, anche la sovrastruttura stradale.

#### 2.7.5 Controllo prestazioni

##### *Piano di posa*

Sul piano di posa del rilevato si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146/1992) e dello stato di addensamento con misura della massa volumica in situ, tenendo presente che tale controllo (CNR 22/72) può essere applicato soltanto se la frazione di materiale trattenuto al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale, come previsto dalla norma CNR 69/78. La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato esaminato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione M<sub>d</sub>' al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione M<sub>d</sub> al primo ciclo di carico dovrà, in ogni caso, essere non superiore a 2,3. La prova di carico a doppio ciclo risulta inoltre necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato. Le prove andranno distribuite in modo tale da essere rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

Il controllo delle caratteristiche di deformabilità dei piani di posa avviene mediante misurazione del modulo di compressibilità M<sub>d</sub> (N/mm<sup>2</sup>) determinato con piastra circolare avente diametro da 30 cm (CNR 146/92).

Il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mm<sup>2</sup>, dovrà risultare non inferiore a:

- 15 N/mm<sup>2</sup> (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm<sup>2</sup>, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm<sup>2</sup>, quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0,50 e 1,00 m;
- per distanze inferiori a 0,50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Il grado di costipamento sul piano di posa del rilevato non dovrà essere inferiore al 90% della densità misurata con prova Proctor (UNI EN 13286-2) e, nel caso di distanze dalla pavimentazione inferiori a 0,50 m (trincea), non inferiore al 95%.

Nel caso di piano di posa di rilevati con stabilizzazione a calce, valori della densità del secco inferiori al 90% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto (prova Proctor UNI EN 13286-2) comporteranno la ripetizione del trattamento a totale carico dell'Appaltatore.

##### *Rilevato*

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non si potrà procedere alla stesa del materiale e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato, viceversa si eseguirà il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenerne, in ogni caso, un'umidità prossima a quella ottimale predeterminata in laboratorio (AASHTO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione Proctor (UNI EN 13286-2), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituito il piano di posa della fondazione stradale (sottofondo), che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95%. La Direzione Lavori provvederà al controllo della massa volumica in situ alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato, tenendo presente che tale controllo (CNR 22/72), per la successiva verifica del grado di addensamento, può essere applicato soltanto se la frazione di materiale trattenuto al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale, come previsto dalla norma CNR 69/78. Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento Proctor), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di modulo a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92). La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato esaminato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione M<sub>d</sub>' al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione M<sub>d</sub> al primo ciclo di carico dovrà, in ogni caso, essere non superiore a 2,5. La prova di carico a doppio ciclo risulta inoltre necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

La frequenza minima delle prove sarà quella indicata nella tabella allegata.

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI	
	Corpo del rilevato	Ultimo strato di cm 30

	primi 5000 mc	successivi mc	primi 5000 mc	successivi mc
Classificazione del materiale	500	3000	500	2500
Costipamento Proctor	500	3000	500	2500
Controllo umidità	500**	1000**	**	**
Grado di addensamento	1000	3000	500	2000
Prova di carico su piastra	1000	3000	500	2000

\* Su prescrizione delle Direzione Lavori  
\*\* Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato

Il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) nell'intervallo compreso tra 0,15 – 0,25 N/mmq (CNR 146/92), dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa sul piano di posa della fondazione stradale in rilevato (sottofondo);
- 20 MPa sul piano del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione stradale;
- 15 MPa sul piano del rilevato posto a 2,00 m o più, da quello della fondazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare. Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 0,15 N/mmq sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo. Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla Direzione Lavori un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti. La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguiti a cura e spese dell'Appaltatore in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso l'Appaltatore dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti. La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

#### 2.7.6 Tolleranze

Per ciascun tipo di prova di controllo, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime. Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati di una stessa prova di controllo n. 1 risultato possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori minimi non ecceda il 5% per le misure del grado di addensamento e il 10%, per le misure dei moduli Md e Md'.

Per quanto riguarda le giaciture dei piani rispetto a quanto previsto in progetto, o diversamente stabilito in fase esecutiva su specifica indicazione della Direzioni Lavori, le verifiche vanno eseguite mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004), disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati. I controlli di esecuzione delle scarpe dei rilevati e dei piani di posa sono effettuati di norma ogni 500 mq e le tolleranze sono:

- $\pm 2\%$  per la pendenza delle scarpe;
- $\pm 5$  cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;
- $\pm 10$  cm, per i piani delle scarpe, rivestite o non con terra vegetale.

#### 2.8 PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA

Nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale che, a seconda della natura del terreno, preverrà le seguenti lavorazioni:

- quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2 e A3 (classifica CNR – UNI 10006) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di fondazione;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A7, e A8 (classifica CNR – UNI 10006) la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, il trattamento a calce per una profondità di almeno 30 cm, da eseguire con le modalità indicate per i piani di posa stabilizzati a calce dei rilevati.

La Direzione Lavori controllerà il comportamento globale del piano di posa in trincea mediante misurazione del modulo di compressibilità Md determinato con piastra da 30 cm di diametro (CNR 146/92) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento che, nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mmq, non dovrà essere inferiore a 50 N/mmq.

Per la verifica del grado di addensamento con misura della massa volumica in situ, si deve tener presente che tale controllo (CNR 22/72) può essere applicato soltanto se la frazione di materiale trattenero al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale, come previsto dalla norma CNR 69/78. La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato esaminato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione Md' al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico dovrà, in ogni caso, essere non superiore a 2,3. La prova di carico a doppio ciclo risulta inoltre necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa in trincea devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 mq, e comunque almeno una per ogni tratto in trincea. Le prove andranno distribuite in modo tale da essere rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati. Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

Per le tolleranze si fa riferimento a quelle indicate al paragrafo dei rilevati stradali.

#### 2.9 OPERE D'ARTE IN MURATURA

Con tale denominazione si indicheranno le seguenti possibili tipologie:

- murature di mattoni;
- murature di pietrame e malta;

##### 2.9.1 Murature di mattoni

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione. Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure. La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 1/2 cm. Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e,

previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lasciate con apposito ferro, senza sbavature.

#### 2.9.2 Murature di pietrame e malta

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità. Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori. Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate. Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzeppate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. In assenza di specifiche indicazioni progettuali la malta verrà dosata con kg 350 di cemento per ogni mc di sabbia.

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra quadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra quadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10. Nel paramento a mosaico grezzo le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa. Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e quadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e quadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5. La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro. Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lasciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature. Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni. Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'impresa dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

(composizione per 1 mc di malta)

Malta comune	Calce aerea (mc)	Sabbia (mc)
Magra per murature	0,32	0,96
Grassa per murature	0,36	0,90
Per opere di rifinitura	0,43	0,86
Per intonaci (interni)	0,50	0,75

Malta di calce idraulica	Calce idraulica (kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	324	1,08
Grassa per murature	412	1,03
Per opere di rifinitura	450	1,00
Per intonaci	528	0,96

Malta cementizia	Cemento Portland (Kg)	Sabbia (mc)
Magra per murature	364	1,04
Grassa per murature	400	1,00
Per opere di rifinitura	475	0,95
Per intonaci	540	0,90

Malta pozzolanica	Pozzolana (mc)	Calce spenta (mc)
Per muri a sacco, malta grossa	1,10	0,22

Per murature, malta media	1,05	0,26
Per murature di mattoni, malta fina	1,00	0,33
Per intonaci, malta fina	1,05	0,15

(composizione per 1 mc di sabbia)

Malta bastarda	Cemento Portland (Kg)	Malta idraulica (Kg)
Malta media	100	300
Malta energica	200	200

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui saranno portati a rifiuto.

Gli ingredienti componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avvilitupato di malta per tutta la superficie.

## 2.10 STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO NORMALE

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato l'Appaltatore deve attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella L. 1086/71 e nelle Norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14/01/2008), nonché alle Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2008).

L'Appaltatore, a sua cura e spese, sarà tenuto a presentare, in tempo utile prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera, all'esame della Direzione Lavori i seguenti documenti:

- disegni delle armature sviluppati con tutte le misure ed i raggi dei mandrini che verranno usati per la lavorazioni delle barre di armatura;
- campioni dei materiali che intende impiegare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- studio granulometrico per ogni tipo di classe di calcestruzzo;
- tipo e dosaggio del cemento, rapporto acqua/cemento, nonché tipo e dosaggio degli additivi che intenda eventualmente usare, al fine di raggiungere le resistenze caratteristiche indicate nei disegni esecutivi;
- tipo di impianto di confezionamento, sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- risultati delle prove preliminari sui cubetti di calcestruzzo, eseguite con le modalità previste dalle vigenti norme tecniche.

In ogni tavola dei disegni esecutivi del progetto saranno indicate le caratteristiche dei materiali impiegati, in particolare la classe di resistenza del calcestruzzo e il tipo di acciaio; in quelli relativi agli orizzontamenti sarà riportata per esteso l'analisi dei carichi.

Nessuna opera di conglomerato armato dovrà essere assoggettata a passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera o comunque caricata prima che abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a giudizio della Direzione Lavori.

Il getto del calcestruzzo dovrà essere eseguito con cura, opportunamente costipato ed eventualmente vibrato secondo le prescrizioni del Direttore Lavori. Le interruzioni di getto dovranno essere evitate e comunque autorizzate dalla Direzione Lavori. Le riprese dovranno essere eseguite in modo da trovarsi in zone di momento flettente nullo nelle strutture inflesse ed in modo da essere perpendicolari allo sforzo di compressione nelle strutture verticali. Quando la ripresa avviene contro un getto ancora plastico, si dovrà procedere previa boiacatura del getto esistente. Se il getto esistente è in fase di presa, occorre scalellarlo e mettere a vivo la ghiaia quindi bagnarla, applicare uno strato di malta di cemento di 1 - 2 cm e procedere al nuovo getto. Qualora richiesto dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere all'uso di additivi per la ripresa senza onere per il Committente.

Le strutture in fase di maturazione dovranno essere protette dal gelo, dal caldo eccessivo e dalle piogge violente; così pure sulle strutture suddette dovrà essere vietato il transito di persone, mezzi o comunque qualsiasi forma di sollecitazione. La maturazione con riscaldamento locale diffuso è ammessa solo previo accordo scritto con la Direzione Lavori.

I lavori, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al disotto di 0°C. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le lavorazioni dal gelo notturno. Fino a temperatura di -5 °C la Direzione Lavori, d'accordo con l'Appaltatore, potrà autorizzare i getti previa sua approvazione degli additivi e delle precauzioni da adottare, sempre restando l'Appaltatore responsabile dell'opera eseguita; conseguentemente la Direzione Lavori è autorizzata ad ordinare all'Appaltatore di eseguire a proprio onere (dell'Appaltatore) la demolizione dei getti soggetti a breve termine a temperatura eccessivamente bassa e non prevista.

I getti con temperatura superiore a 32 °C dovranno essere autorizzati dalla Direzione Lavori.

L'appaltatore è obbligato all'innalzamento costante dei getti in fase di maturazione per un minimo di 8 giorni e/o nei casi di getti massicci secondo indicazioni della Direzione Lavori.

La tolleranza ammessa nella planarità dei getti, misurata con una staggia piana di 3 m, è di +/- 4 mm per tutti gli orizzontamenti.

La tolleranza ammessa per la verticalità dei getti misurata sull'altezza di un interpiano (intervallo tra due orizzontamenti parziali o totali) è di +/- 1 cm non accumulabile per piano. La tolleranza globale ammessa per la verticalità dei getti, misurata sull'altezza totale degli elementi, è pari a 1/1000 della altezza stessa.

La tolleranza ammessa per le misure in piano, riferita ad ogni piano e non cumulabile, è pari a +/- 1 cm per la massima dimensione in pianta. Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei getti che dovranno ricevere elementi metallici.

### 2.10.1 Armature, centinature, casseforme, opere provvisionali

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori i disegni esecutivi con i calcoli statici di tutte le opere provvisionali quali centine ed armature di sostegno che la Direzione Lavori potrà accettare oppure far modificare per motivate ragioni. L'esame di verifica da parte della Direzione Lavori dei calcoli statici delle opere provvisionali e delle armature di sostegno, ecc ...non esonerà in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per le pattuizioni del contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione Lavori, essa Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere e, di conseguenza, essa dovrà rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

Nella realizzazione delle opere provvisionali dovranno essere seguite particolari cautele e tutti gli accorgimenti costruttivi per rispettare le norme, i vincoli che fossero imposti dagli Enti competenti sul territorio in riferimento a impianti e manufatti particolari esistenti nella zona dei lavori che in qualche modo venissero ad interferire con

essi, compreso l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua, la presenza di servizi di soprasuolo e di sottosuolo, nonché le sagome da lasciare libere al di sopra di ferrovie, strade, camminamenti quali marciapiedi ad uso pedonale.

I casseri dovranno essere eseguiti con legname secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 313-1/97 o con pannelli metallici o di legno o di plastica.

La casseratura dovranno essere a buona tenuta per evitare perdite di acqua e cemento ed entro i limiti di tolleranza dimensionale indicati alla voce "tolleranze". I casseri devono avere una rigidezza sufficiente per sopportare, senza deformazioni nocive, tutte le azioni che si generano durante l'esecuzione dei lavori e comunque, fatto salvo ogni eventuale e più restrittiva tolleranza, i casseri dovranno garantire una variazione massima del 4% dello spessore dei getti. Inoltre non devono impedire le deformazioni proprie del calcestruzzo (ritiro, deformazioni elastiche e viscose), il regolare funzionamento dei giunti e delle unioni e nelle strutture precomprese le deformazioni conseguenti alla messa in tensione delle armature.

I casseri devono essere costruiti in maniera tale da permettere agevolmente la pulizia prima del getto e non ostacolare la corretta messa in opera del calcestruzzo. A tale scopo devono presentare i necessari accorgimenti (smussi, sfiali o simili) atti a favorire la fuoriuscita dell'aria durante le operazioni di getto e costipamento e consentire quindi un perfetto riempimento.

Prima del getto, i casseri devono essere ripuliti in maniera da eliminare polvere o detriti di qualsiasi natura e abbondantemente bagnati, se realizzati con materiali assorbenti l'acqua.

L'armatura di sostegno dei casseri dovrà essere costruita in modo da non agire in modo staticamente scorretto sulle strutture sottostanti e in modo da permettere il ritiro del calcestruzzo e un facile disarmo.

La responsabilità statica della corretta costruzione dei casseri è totalmente a carico dell'Appaltatore. Le casserature dovranno essere dimensionate altresì per sopportare correttamente le sollecitazioni dovute ad eventuale vibrazione dei cls. L'uso di prodotti per facilitare il disarmo dovrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori, su proposta dell'Appaltatore. I casseri dovranno prevedere tutte le forature previste nei disegni delle strutture e degli impianti tecnologici senza alcun onere aggiuntivo per il Commitente, a meno che esplicito diverso richiamo venga fatto nell'elenco voci del progetto. Particolare riguardo dovrà essere posto al corretto fissaggio degli inserti metallici ed al rispetto delle tolleranze di posizionamento degli stessi, sia in fase di preparazione che in fase di getto.

Anche se non indicato nei disegni, è compreso lo smusso degli angoli di tutte le strutture richieste dalla Direzione Lavori, così come tutti quelli accorgimenti (sfiali e simili) necessari per una esecuzione a regola d'arte dei getti stessi.

I casseri verranno disarmati secondo le norme di legge ed in ogni caso sotto l'intera responsabilità dell'Appaltatore. Particolare cura dovrà essere posta al distacco dei casseri dalle superfici dei getti, per minimizzare fenomeni di distacco di parti di calcestruzzo ancora in fase di indurimento.

Il disarmo non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore Lavori, che utilizzerà a tale riguardo, prove non distruttive del conglomerato, e verrà riportata nel Giornale dei Lavori tali prove saranno a carico dell'Impresa). Ciò va riferito in particolar modo alle opere che durante la costruzione fossero colpite dal gelo.

Per le opere di notevole portata e di grandi dimensioni come pure quelle destinate a coperture, che dopo il disarmo possono trovarsi subito alla maggior parte del carico di progetto, sarà opportuno che venga indicato nel progetto il tempo minimo di maturazione per il disarmo, ferma restando la necessità del controllo suddetto.

Nelle strutture in calcestruzzo a vista non sarà ammesso l'affioramento né dei ferri di armatura, né dei ferri o fili di ferro usati per il sostegno o la sbadacciatura dei casseri. Sarà ammesso in superficie l'affioramento di terminali in plastica usati per le casserature purché di piccole dimensioni, disposti con simmetria, comunque approvati preventivamente dalla Direzione Lavori. In ogni caso i casseri in legno dovranno essere piallati e maschiati.

L'uso dei disamianti dovrà essere autorizzato per iscritto dalla Direzione Lavori, su proposta dell'Appaltatore. A disarmo avvenuto dovranno essere eliminati risalti e sbavature, e riempire le cavità senza alterazione dei colori di facciata a vista.

#### **Calcestruzzo**

Il calcestruzzo deve essere prodotto in impianto dotato di un Sistema di Controllo permanente della Produzione (FPC) allo scopo di assicurare che abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera; tale sistema di controllo deve essere certificato da un organismo terzo indipendente autorizzato ed effettuato in accordo a quanto contenuto nelle Linee Guida sul Calcestruzzo Preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (2008).

Per la realizzazione di strutture in calcestruzzo si fa riferimento anche alla norma UNI EN 13760:2009.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004. Il calcestruzzo viene identificato in base alla resistenza caratteristica, alla classe di esposizione e alla consistenza e tali caratteristiche sono definite negli elaborati di progetto.

Nel caso di getto in presenza d'acqua, è previsto l'uso di additivi atti ad impedire il dilavamento da parte dell'acqua durante le fasi di getto e presa del calcestruzzo; la miscela che compone il calcestruzzo deve essere inoltre appositamente studiata al fine di ottenere elevata viscosità, forti proprietà coesive ed elevato grado di omogeneità, che impediscono di fatto la separazione dei componenti durante tutte le fasi del getto subacqueo. Il tutto per garantire le caratteristiche prestazionali prescritte nel progetto.

L'Appaltatore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. L'Appaltatore è responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore Lavori.

Il Direttore Lavori è tenuto a verificare il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo e a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo del processo produttivo.

Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente compattato e la relativa superficie deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.

Indipendentemente dalle dosature, i getti di calcestruzzo eseguiti dovranno risultare compatibili, privi di alveolature, senza affioramento di ferri e a tal fine l'Appaltatore dovrà provvedere a tenere anticipatamente in considerazione eventuali assestamenti o movimenti di casseri ed armature.

Il Direttore Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Il controllo di accettazione va eseguito mediante prelievo di provini su miscele omogenee secondo le indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Gli oneri relativi al prelievo, maturazione e certificazione dei provini sono a carico dell'Appaltatore.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire, l'Appaltatore è responsabile unico delle dosature dei calcestruzzi e della loro rispondenza per l'ottenimento delle resistenze richieste e della regolare ed esatta esecuzione delle lavorazioni in conformità agli elaborati esecutivi dei disegni e dei documenti contrattuali.

#### **Armature**

Le armature devono essere conformi, come materiale ed assemblaggio, a quanto indicato nei disegni del progetto esecutivo. Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1/2004. L'acciaio delle armature dovrà soddisfare i requisiti strutturali richiesti dal progetto ai sensi del D.M. 14.01.2008.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Gli elementi di acciaio componenti le gabbie di armatura possono essere assemblati direttamente in cantiere o in centri di trasformazione di cui alle NTC 2008. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. Il Direttore Lavori è tenuto a verificare le forniture e a rifiutare quelle eventualmente non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti dai vari stabilimenti.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Le saldature delle barre d'armatura dovranno essere autorizzate dalla Direzione Lavori e dovranno essere oggetto di una nota scritta di prescrizione delle modalità di esecuzione. Le giunzioni potranno essere effettuate mediante manicotti sia del tipo "a pressare" che del tipo filettato, purché certificati da opportuna documentazione e verificati mediante l'esecuzione di tre provini di giunzione per ogni diametro da giuntare. Per le giunzioni pressate i provini dovranno essere eseguiti in cantiere, con l'attrezzatura prevista per le normali operazioni e possibilmente dallo stesso addetto che opererà le giunzioni effettive.

E' obbligatorio il posizionamento di distanziatori in plastica per evitare l'affioramento della armatura sulle superfici dei getti. Le legature, i supporti ed i distanziatori devono sopportare tutte le azioni che si generano durante le operazioni di getto e costipamento, garantendo che le armature restino nelle posizioni volute.

E' obbligatoria la pulizia delle armature da grassi, oli, terra, polvere, scaglie di ruggine, incrostazioni di calcestruzzo provenienti da getti precedenti.

#### **2.10.2 Pozzetti**

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917.

Dovranno essere realizzati con calcestruzzo di classe di resistenza non inferiore a C 25/30, e avere dimensioni nette interne come dalle disposizioni di progetto.

#### **2.11 MANUFATTI PREFABBRICATI IN CALCESTRUZZO**

##### **2.11.1 Pozzetti prefabbricati**

Dovranno essere forniti e posti in opera pozzetti in c.a.v., con calcestruzzo di classe di resistenza non inferiore a C 25/30, di dimensioni nette interne da cm 40x40 a cm 150x150, sulla base delle disposizioni di progetto, sia del tipo ad elemento unico con profondità standard e sia del tipo ad anelli. I pozzetti, che dovranno essere provvisti di griglia in ghisa sferoidale eventualmente carrabile, dovranno essere alletati su sottofondo in calcestruzzo dello spessore minimo di 10 cm. I pozzetti con dimensioni interne maggiori di 50x50 cm dovranno avere spessore delle pareti non inferiore a 10 cm.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917.

Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1.

I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale) e dovranno corrispondere nella forma e nelle dimensioni a quanto previsto in progetto.

Essi dovranno inoltre essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'all. 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lett. B), D), E), della L. 10.5.1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

La collocazione, ove prevista negli elaborati di progetto o nelle descrizioni di elenco prezzi, sarà eseguita su piano di sotterraneo da realizzarsi con calcestruzzo di classe di resistenza non inferiore a C 25/15 e per uno spessore di cm 10 minimo. Tutte le stuccature e le giunzioni dovranno essere eseguite con idonea malta cementizia, sia all'interno che all'esterno; quelle interne al pozzetto saranno rifinito a frattazzo tanto da ottenere una superficie omogenea e liscia.

#### **2.12 TUBAZIONI E CONDOTTE**

##### **2.12.1 Tubazioni in calcestruzzo**

Tubi in calcestruzzo vibrocompresso per attraversamenti stradali, idoneamente armati per sopportare carichi stradali di 1<sup>a</sup> categoria, e comunque i carichi previsti in progetto, con ricoprimento sopra l'estradossa compreso tra 1 m e 4 m. Le tubazioni dovranno avere incastro a bicchiere predisposto per l'inserimento di guarnizione di tenuta, conforme alle norme UNI EN 681, ed essere esenti da fori passanti.

I tubi andranno calcolati in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dell'eventuale scavo e delle modalità di rinterro dello stesso, e comunque l'armatura dovrà essere verificata con i carichi di rottura previsti in progetto.

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzione per evitarne il danneggiamento.

##### ***Posa in opera***

Il piano di appoggio sarà realizzato con misto costipato di spessore uniforme e non inferiore a 10 cm, o in alternativa con un getto di calcestruzzo. Lungo la superficie di appoggio non si devono avere zone vuote o cavità.

Sin dalle prime fasi del posizionamento dei tubi si devono controllare il posizionamento, l'allineamento e l'inclinazione della condotta, in base alle indicazioni di progetto, proseguendo tali controlli anche nelle fasi di rinterro quando, a causa della compattazione meccanica dei terreni, potrebbero verificarsi spostamenti della condotta.

##### **2.12.2 Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad)**

Le normative di riferimento sono:

UNI EN 1295-1 e prEN 1295-3 → per la progettazione statica di tubazioni interrate;

UNI 10968-1 e DIN 16961 → per le specifiche sulle tubazioni plastiche non in pressione per scarichi interrati e fognature, i raccordi e il sistema;

UNI ENV 1046 → per le pratiche di installazione sopra o sotto terra;

UNI 10520 e UNI 10967 → per la saldatura delle tubazioni in PE;

UNI EN 1610:1999 → per la costruzione e il collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.

Durante la movimentazione ed il trasporto delle tubazioni dovranno essere prese tutte le necessarie precauzione per evitarne il danneggiamento; i tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati o lasciati cadere o trascinati a terra. I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite ed in casse ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi.

Le forniture devono essere corredate dalle certificazioni relative al collaudo alla flessibilità anulare, alla tenuta idraulica delle giunzioni, alla resistenza all'abrasione e dal certificato IIP del sistema di giunzione.

Il Direttore Lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

*Tubazioni con diametro interno fino a 1000 mm*

Tubo in polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate non in pressione realizzato per costruzione continua di due pareti, quella interna liscia e quella esterna con struttura idonea a garantire la rigidità anulare richiesta, prodotto in conformità alla norma UNI EN 13476, in stabilimenti che operano con marchio di qualità. La giunzione dei tubi dovrà avvenire mediante bicchiere in polietilene costruito senza soluzione di continuità con il tubo o manicotto esterno e relative guarnizioni di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1.

Rigidità anulare SN 4 o 8 kN/mq

#### *Posa in opera*

Le modalità di posa in opera delle tubazioni seguono la norma UNI EN 1046.

Il piano di posa deve essere regolare, con un letto di almeno 10 cm di sabbia compattata ottimamente, in modo che non vi siano spigoli vivi a contatto con le pareti del tubo. Per la posa in trincea le pareti dello scavo in corrispondenza dell'alloggiamento del tubo devono essere il più possibile verticali.

Il riempimento va realizzato mediante la compattazione di strati successivi di 20-30 cm di spessore raggiungendo valori del 90-95% di indice Proctor. Il terreno di rinforzo può essere costituito da ghiaia a singola pezzatura, ghiaia ben vagliata, mescole di ghiaia e sabbia poco vagliata, ghiaia a granulometria fine, pietrischietto e frammenti di dimensioni massime 4-8 mm. Il riempimento dello scavo va effettuato con molta attenzione alla compattazione del terreno onde prevenire sedimenti e assestamenti del terreno.

Attrezzature di compattazione pesanti non devono operare troppo vicino al tubo né subito sopra lo stesso, onde evitare disallineamenti, deflessioni e altri stress.

Il rinforzo deve sormontare di almeno 20-30 cm l'estradossa superiore del tubo; al di sopra si possono utilizzare anche materiali diversi, sempre di buone caratteristiche e sempre adeguatamente compatti.

Il ricoprimento minimo del tubo (estradossa-piano finito), ai sensi della UNI EN 1046 deve essere di almeno 1 m. Quando ciò non sia possibile, per ridurre gli effetti dei carichi concentrati (esempio traffico stradale) si può procedere al rinforzo mediante misto cementizio o malta fluida, da versare lungo il fianco del tubo (allineato su un dosso di terreno) da un primo lato facendolo risalire dall'altro lato del tubo. Al materiale di riempimento sono richieste resistenze a compressione nell'ordine di 1,4 N/mm<sup>2</sup>.

#### **2.12.3 *Tubazioni in policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)***

Si dovranno utilizzare tubi in PVC non plastificato per scarichi e condotte interrate non in pressione a norma UNI EN 1401, contrassegnati con marchio IIP – UNI, con bicchiere ad anello elastomerico e guarnizioni conformi alla norma EN 681. Le caratteristiche dei tubi (diametri, rigidità anulare SN..) dovranno corrispondere a quelle indicate nel progetto o comunque essere concordate con la Direzione Lavori.

Nel tubi dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio e le norme di riferimento.

Il Direttore dei lavori potrà comunque prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Nel trasporto e nella movimentazione di tutti i tubi in PVC-U si devono evitare urti, inflessioni e contatti con corpi taglienti ed acuminati; i tubi devono essere adagiati in modo che i giunti non provochino una loro inflessione e, soprattutto durante il posizionamento negli scavi, si deve evitare il trascinamento dei tubi sul terreno.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscono una regolare aerazione. È da tenere presente che alle basse temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC-U; pertanto in queste condizioni climatiche le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con maggior cautela.

Le raccomandazioni per l'installazione dei tubi e dei raccordi in PVC-U sono fornite nelle norme EN UNI 1401-3, EN 1046 e EN 1610.

#### *Tubi drenanti*

I tubi drenanti in PVC possono essere di tipo flessibile corrugato a sezione circolare, di tipo rigido liscio o scanalato e di tipo tunnel con sommità corrugata e suola d'appoggio paitta.

Per i tubi drenanti si può far riferimento alle norme DIN 1187 e DIN 4262.

I tubi devono presentare fessure di dimensione adeguata alla granulometria del terreno e possono essere rivestiti in geotessile per garantisce una maggior efficacia drenante nel tempo. Sono possibili diversi tipi di distribuzione delle finestrelle per il passaggio dell'acqua.

#### *Posa in opera*

Per la posa in opera, lo scavo a trincea stretta è la migliore sistemazione nella quale collocare un tubo di PVC, sopra un letto di posa che deve essere costituito da ghiala o da pietrisco con diametro 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiala con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto. L'altezza minima del letto di posa è 0,10 m oppure D/10 dove D è il diametro nominale del tubo. I tubi e i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Trattandosi di tubazioni flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto. Massima cura andrà posta nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che anche il rinforzo tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto.

## **2.13 DRENAGGI E FOGNATURE**

#### **A) DRENAGGI**

I drenaggi di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessarie saranno sempre eseguiti dallo sbocco a valle del cunicolo di scolo verso il centro della fognatura propriamente detta e lungo la medesima, procedendo da valle verso monte, per il deflusso regolare delle acque.

Prima di stabilire definitivamente il piano di fondo del drenaggio, onde assicurarsi di raggiungere in ogni punto lo strato impermeabile, la Direzione dei lavori disporrà all'atto esecutivo quanti pozzi riterrà necessario praticare ed in relazione al saggio ove risulterà il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, saranno stabilite la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza da m 2 a 3, della larghezza uguale a quella del drenaggio in corrispondenza dell'asse del drenaggio. Detti scavi saranno valutati agli stessi prezzi stabiliti nell'annesso elenco per gli scavi di fondazione e l'Appaltatore non potrà avanzare pretese di maggiori compensi quali che siano il numero e l'ubicazione di questi pozzi.

Le pareti dei drenaggi e dei cunicoli di scolo ed anche quelle dei pozzi, saranno, dove occorra, sostenuti da appositi rivestimenti di tavole o tavoloni con robuste armature in legname in relazione alla natura dei terreni attraversati.

Il fondo dei drenaggi dovrà di norma essere rivestito in calcestruzzo che nella parte centrale sarà sagomato a cunetta e su tale rivestimento si costruirà dal lato a valle un muretto in malta, da quello a monte un muretto a secco, per l'altezza da 20 a 40 centimetri secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni.

#### **B) TUBI PERFORATI PER DRENAGGI**

I tubi per drenaggio potranno avere struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoida.

L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore di mm 1,2 – con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 2634) – dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 24 Kg/mm<sup>2</sup>, e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le norme U.N.I. 5744-66 e 5745-75, con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 38 (pollici 1 1/2) ed una profondità di mm 6,35 (1/4 di pollice).

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (toleranza 0,1 cm) che saranno distribuiti in serie longitudinali con interasse di 38 mm, tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 m saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

Inoltre per i tubi da posare nel fondo delle trincee drenanti si potranno usare anche i seguenti tubi:

- i tubi corrugati forati in PE-AD a doppia parete con superficie esterna corrugata ed interna liscia costituito da barre da 6 metri; con diametro esterno da 120 a 415 mm;
- tubi lisci in PE-AD e prodotti secondo le norme UNI 7611-76 tipo 312 con fessure perpendicolari all'asse del tubo con inclinazioni del tipo semplice, a 180°, a 120° o a 90°; con diametro esterno da 110 a 315 mm;
- tubi in PVC rigido corrugato del tipo tessutato a norma DIN 1187; con diametro esterno da 50 a 200 mm..

#### C) TUBAZIONI PER LO SCARICO DELLE ACQUE DI SUPERFICIE DEI RILEVATI

Saranno dello stesso materiale ed avranno le stesse caratteristiche delle tubazioni di cui al precedente paragrafo con la sola differenza che non avranno fori.

#### D) POSA IN OPERA

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente), un vano opportunamente profilato, e accuratamente compatto, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevanti, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a contatto della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

L'installazione dei tubi di scarico dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di m 0,50 circa.

Questi tubi dovranno essere posti in opera in modo che i fori si trovino nel quarto inferiore della circonferenza.

L'installazione dei tubi di scarico dai rilevati verrà fatta in cunicoli scavati lungo la massima pendenza della scarpata della profondità media di m 0,40 e della larghezza strettamente sufficiente per la posa del tubo, che dovrà essere ricoperto con il materiale di scavo, in modo da ripristinare la continuità della scarpata.

Il materiale di rinterro dovrà essere permeabile in modo da consentire il rapido passaggio dell'acqua e dovrà inoltre funzionare da filtro onde trattenere le particelle minute in sospensione impedendone l'entrata con la conseguente ostruzione del tubo; si impiegherà sabbia per calcestruzzo contenente pietrisco medio ed esente da limo. Il rinterro dovrà essere eseguito in strati e ben battuto onde evitare sedimenti causati da assottamenti.

Per quanto non contemplato nella presente norma si farà riferimento alle norme A.A.S.H.O. m 36-37 e M 167-57.

#### E) TRINCEE DRENANTI CON GEOTESSILE IN TESSUTO NON TESSUTO

Nei terreni particolarmente ricchi di materiali fino e sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi saranno realizzati con filtro di geotessile in tessuto non tessuto, che, nei sormonti dei telli, andrà cucito con spago impuroscibile, oppure con sovrapposizione di almeno 50 cm.

La parte inferiore a contatto con il terreno e per un'altezza di 20 cm per ogni lato, il geotessuto andrà impregnato con bitume a caldo per almeno 2 Kg/mq, o a freddo ma reso liquido con solventi che non abbiano effetti sul geotessuto stesso. Il telo andrà provvisoriamente chiodato al terreno ai lati dello scavo, quindi riempito con materiale lapideo trattenuto al crivello 10 mm U.N.I. e con pezzatura massima di 70 mm. Ultimato il riempimento, il risvolto dei telli andrà sovrapposto da ambo i lati al materiale lapideo appena immesso nel cavo, e quindi il cavo verrà riempito con terra pressata per un'altezza variabile a giudizio della Direzione dei lavori.

### 2.14 SOVRASTRUTTURA STRADALE

Per le terminologie e definizioni relative alle pavimentazioni e ai materiali stradali si fa riferimento alla norma tecnica CNR n. 169 del 1994.

Le parti del corpo stradale sono così suddivise in sottofondo (terreno naturale in situ o sull'ultimo strato del rilevato) e sovrastruttura.

La sovrastruttura stradale è così composta:

- strato di fondazione
- strato di base
- strato superficiale (collegamento e usura).

Il tipo e lo spessore dei vari strati costituenti la sovrastruttura saranno quelli stabiliti nel progetto, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2,5% raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0,50. Medesima pendenza trasversale sarà assegnata alle banchine.

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

L'Appaltatore indicherà alla Direzione Lavori tutte le caratteristiche dei materiali che intende impiegare strato per strato, la loro provenienza e le granulometrie, in conformità agli articoli che seguono. La Direzione Lavori ordinerà prove per il controllo delle caratteristiche dei materiali e tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente durante l'esecuzione dei lavori.

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

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 3 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura e alla diretta azione del traffico l'estradossa del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, sul ponte tutta la pavimentazione (compresi i giunti e le altre opere accessorie) deve essere eseguita con la massima cura esecutiva.

#### 2.15.1 Strato di fondazione in misto granulare a stabilizzazione meccanica

Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI.

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale in proporzioni stabilite attraverso un'indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione Lavori in relazione alla portata del sottofondo e non sarà comunque inferiore a 30 cm; la stessa avverrà in due strati successivi, ciascuno dei quali dovrà avere uno spessore finito di circa 15 cm.

Il materiale in opera risponderà alle caratteristiche seguenti:

- l'aggregato non dovrà avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;  
 □○ la granulometria dovrà essere compresa nei seguenti fusi e avere andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale in peso Ø max 71 mm	Miscela passante: % totale in peso Ø max 30 mm
Crivello 71	100	100
Crivello 30	70 ÷ 100	100
Crivello 15	50 ÷ 80	70 ÷ 100
Crivello 10	30 ÷ 70	50 ÷ 85
Crivello 5	23 ÷ 55	35 ÷ 65
Setaccio 2	15 ÷ 40	25 ÷ 50
Setaccio 0,42	8 ÷ 25	15 ÷ 30
Setaccio 0,075	2 ÷ 15	5 ÷ 15

- il rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 dovrà essere inferiore a 2/3;  
 □○ la perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature dovrà essere inferiore al 30%;  
 □○ l'equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM dovrà essere compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo il costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo punto 6);  
 □○ l'indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47), dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non dovrà essere minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento;

□○ il limite di liquidità dovrà essere < 25%, il limite di plasticità < 19%, l'indice di plasticità < 6.

Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi 1), 2), 4), 5), salvo nel caso citato al comma 5) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35.

L'appaltatore dovrà documentare le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in situ già miscelato, prima e dopo il costipamento, per la verifica delle caratteristiche richieste.

#### Posa in opera

Il piano di posa (sottofondo) dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

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

Il materiale costituente la fondazione dovrà presentarsi, dopo il costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

Si precisa che le operazioni di posa in opera non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato (pioggia, neve, gelo). Qualsiasi zona o parte della fondazione sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase costruttiva, dovrà essere completamente scarificata, rimescolata e nuovamente costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione Lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun compenso aggiuntivo.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per il cantiere. Il costipamento dovrà interessare la totale altezza dello strato e la quantità di acqua aggiunta, per arrivare ai valori ottimali di umidità della miscela, dovrà tenere conto anche delle perdite per evaporazione causata da vento, sole, calore od altro.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in situ non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova UNI EN 13286-2, con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello UNI mm 25. Se la misura in situ riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = (di \times P_c \times (100 - Z)) / (100 \times P_c - Z \times di)$$

dove

dr: densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di: densità della miscela intera;

Pc: peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

Z: percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25% e il 40%. In tal caso nella stessa formula, al termine Z, dovrà essere dato il valore di 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

Il valore del modulo di compressibilità Me, misurato con il metodo di cui agli articoli relativi ai rilevati stradali, nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm² non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm².

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. È ammessa una tolleranza, in più o in meno, del 5% purché questa differenza si presenti solo saluariamente.

Sullo strato di fondazione compattato è buona norma procedere subito all'esecuzione dello strato di base, senza far trascorrere tra le due fasi di lavoro un intervallo di tempo troppo lungo, in quanto ciò potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza dello strato di fondazione. Nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla protezione della superficie dello strato di fondazione, ad esempio mediante la stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia, al fine di impedire fenomeni di allentamento, di asportazione e disaggregazione del materiale.

#### 2.15.2 Strato di base in misto cementato

Il misto cementato per lo strato di base sarà costituito da una miscela di aggregati inerti lapidei impastata con cemento e acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume; verrà steso in unico strato dello spessore di cm 15.

La miscela dovrà assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole anche in presenza di acqua o gelo.

Come inerti saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti. La Direzione Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito e anche in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte.

Gli inerti devono avere i seguenti requisiti:

- aggregato di dimensioni non superiori a 45 mm, di forma non appiattita, né allungata o lenticolare (UNI EN 933 parte 4 e 5);
- perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore a 30% (UNI EN 1097);
- equivalente in sabbia compreso fra 30 e 60 (UNI EN 933-8);
- materiale non plastico (UNI CEN ISO/TS 17892-12);
- componente organica assente (UNI EN 1744-1).

La granulometria deve avere andamento continuo ed uniforme ed essere compresa nel seguente fuso

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ± 90
Crivello 25	72 ± 90
Crivello 15	53 ± 70
Crivello 10	40 ± 55
Crivello 5	28 ± 40
Setaccio 2	18 ± 30
Setaccio 0,4	8 ± 18
Setaccio 0,18	6 ± 14
Setaccio 0,075	5 ± 10

L'Appaltatore, dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre alla Direzione Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri.

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  punti % fino al passante al crivello n. 5 e di  $\pm 2$  punti % per il passante al setaccio 2 e inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Come legante verrà impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico, d'altororno). A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% ed il 3,5% sul peso degli inerti asciutti. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela.

#### Studio della miscela

Le percentuali esatte dei componenti la miscela saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza a compressione (UNI EN 13286-41) e a trazione su provini cilindrici (UNI EN 13286-42) confezionati secondo le indicazioni delle norme tecniche di riferimento. Con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da mm 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasì per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> e non superiori a 4,5 N/mm<sup>2</sup>.

Molto significativa nei misti cementati è la resistenza a trazione determinata secondo la "prova brasiliana" (trazione indiretta), eseguita su provini cilindrici, la quale dovrà dare risultati maggiori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> (ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , e altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo. Il controllo della miscela dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 mc.

#### Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato di fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

La stesa verrà eseguita impiegando finitri vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti e rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati), tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno determinate dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

La stesa della miscela non dovrà essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e superiori a 25°C e mai sotto la pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C e in questo caso sarà sempre necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto al luogo di impiego (ad esempio con teloni) e sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15-18°C e umidità relativa del 50% circa; temperature superiori faranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente un'eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente fra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con foglio di polistirolo espanso (o materiale simile) e conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo da ottenere una parete verticale di tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'interno di quelli di ripresa. Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione delle resistenze raggiunta dal misto.

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

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55%, in ragione di 1-2 kg/m<sup>2</sup> in relazione al tempo e all'intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, con successivo spargimento di sabbia.

#### *Controllo delle lavorazioni e accettazione*

L'Appaltatore è tenuto a trasmettere alla Direzione Lavori, la documentazione riguardante il progetto delle miscele che intende impiegare comprendente almeno:

- l'attestato di conformità CE delle pezzature di aggregato impiegate;
- i certificati di prova attestanti il possesso dei requisiti;
- la granulometria delle miscele di aggregati studiate;
- la composizione delle miscele studiate (acqua, cemento, aggregato, additivi, aggiunte);
- i risultati delle prove meccaniche.

La Direzione Lavori potrà inoltre richiedere che anche le proprietà dichiarate negli attestati di conformità CE dei materiali siano comprovate dai risultati di prove effettuate da non più di un anno presso un Laboratorio Ufficiale o Autorizzato di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Una volta accettata, da parte della Direzione Lavori la composizione delle miscele, l'Appaltatore dovrà rigorosamente attenersi ad essa. La documentazione presentata per l'accettazione delle miscele dovrà essere aggiornata in caso di variazione dei luoghi di provenienza e della natura petrografia dei materiali.

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni addensati entro tre ore dal prelievo saranno effettuati i controlli delle caratteristiche meccaniche e i valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli dello spessore, della densità in situ e della portanza. Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05. Nel casi in cui si verifichino una carenza di spessore superiore al 20% si procederà alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Appaltatore.

A compattazione ultimata la densità in situ nel 95% dei prelievi non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Valori della densità inferiori al 95% del valore di riferimento comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Appaltatore.

La misura della portanza viene determinata con prove di carico su piastra da 300 mm; il Modulo di deformazione Me deve risultare non inferiore a 180 N/mm<sup>2</sup> entro le 24 ore dalla realizzazione e non inferiore a 220 N/mm<sup>2</sup> dopo 3 giorni dalla realizzazione dello strato. Nei casi in cui il valore di portanza entro le 24 ore risulti superiore al valore minimo lo strato viene accettato senza l'ulteriore controllo a 3 giorni. Valori del modulo dopo 3 giorni inferiori a 180 N/mm<sup>2</sup> e/o del rapporto tra i due moduli superiori a 2,15 comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Appaltatore.

La densità in situ dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno 2 prove per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in situ si effettuerà mediante i normali procedimenti a volume metro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a mm 25. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti tramite carotatrice da quest'ultimo; la densità secca verrà ricavata come rapporto tra il peso della carota essicidata in stufa a 105°C - 110°C fino al peso costante e il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino; in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto. Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela.

La resistenza a compressione e a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento di sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione), previa la vaglatura al crivello da mm 25. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni mc 1500 di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino preparato con la miscela stessa non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinata in laboratorio di oltre + 20% e comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la compressione e 2,5 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

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

Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Appaltatore dovrà rimuovere lo strato per il suo intero spessore e procedere ad una nuova stesa, a sua totale cura e spese.

#### **2.14.1 Strato di base in misto bituminato**

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme CNR sui materiali stradali - fascicolo 4/1953), normalmente dello spessore di 10 +15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione.

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

Nella composizione dell'aggregato grosso (frazione > 4 mm), il materiale frantumato dovrà essere presente almeno per il 90% in peso. A giudizio della Direzione Lavori potrà essere richiesto che tutto l'aggregato grosso sia costituito da elementi provenienti da frantumazione di rocce lapidee.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo 4 delle norme CNR - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta coi metodo Los Angeles secondo le norme CNR n. 34/73.

L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o brecce e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la norma CNR n. 34/7, inferiore al 25%;
- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 90% in peso;
- dimensione massima dei granuli non superiore a 40 mm (valida per uno spessore finito dello strato di base di almeno 7 cm);
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR n. 75/80, non superiore all'1%;
- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (brecce e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o ienicolare, in ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR n. 104/84, non superiore all'1%;
- equivalente in sabbia determinato secondo la norma CNR n. 27/72 superiore a 50%;

- assenza di plasticità, secondo la norma CNR-UNI 10014;
- limite liquido (WL), secondo la norma CNR-UNI 10014, non superiore al 25%;
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR n. 75/80, non superiore all'1%;

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

Serie crivelli e setacci UNI	Miscela passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ± 100
Crivello 25	70 ± 95
Crivello 15	45 ± 70
Crivello 10	35 ± 60
Crivello 5	25 ± 50
Setaccio 2	20 ± 40
Setaccio 0,4	6 ± 20
Setaccio 0,18	4 ± 14
Setaccio 0,075	4 ± 8

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare a seguenti requisiti granulometrici, ricavati da analisi eseguita per via umida:

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

Il legante bituminoso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del CNR n. 68/78.

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60 ± 70, ovvero avere una penetrazione a 25°C di 60 ± 70 dmm e le altre caratteristiche rispondenti a quelle indicate per la gradazione B 50/70 nella norma CNR.

Per la valutazione delle caratteristiche di penetrazione, punto di rammollimento p.a., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: CNR n. 24/71), CNR n. 35/73, CNR n. 43/74, CNR n. 44/74 e CNR n. 50/76.

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, secondo la tabella UNI 4163 - ed. febbraio 1959, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e +1,0;

$$IP : \text{Indice di penetrazione} = (20 \times U - 500 \times V) / (U + 50 \times V)$$

dove:

U = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25 °C);

V = log. 800 - log. penetrazione bitume in dmm (a 25 °C.)

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma CNR n. 81/80.

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso secco totale degli aggregati. Esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare – secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali – le caratteristiche di impasto di seguito preciseate:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15 marzo 1973) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa fra 3% e 7%;
- sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua; la stabilità Marshall, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 149/92, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della D.L., l'impasto potrà essere ugualmente accettato purché il legante venga additivato con il doppio di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.
- I provini per le misure di stabilità e rigidezza anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stessa e la stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezature necessarie per confezionare i provini Marshall.
- La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.
- Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:
- la densità (peso in volume) – determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 – non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui – determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73 – dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e l'8% in volume.

#### Formazione e confezione delle miscele

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

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essicciamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

L'impianto per il confezionamento delle miscele dovrà essere ad una distanza tale da consentire il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa; dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

#### *Posa in opera delle miscele*

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

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

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5±1 Kg/mq, secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Lo spessore finito degli strati di stesa deve essere compreso tra 6 e 12 cm.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgrannamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto.

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

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità. Sarà realizzata a mezzo di rulli metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati). Il tipo, il peso e il numero di rulli, proposti dall'Appaltatore in relazione al sistema, alla capacità di stesa e allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità misurata nelle prove a disposizione per lo stesso periodo all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa secondo la norma CNR n. 40/73, su carote di 15 cm di diametro, e il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di ± 10 mm.

#### *Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione*

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

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

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

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

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

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

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

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

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30 marzo 1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23 marzo 1973), media di due prove; stabilità e rigidezza Marshall.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione lavori sul quale l'impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

La Provincia di Grosseto si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata a fornire alla Provincia di Grosseto gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della Ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la facoltà di operare dei prelievi di materiali; assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

#### 2.14.2 Strato di binder in conglomerato bituminoso tradizionale a caldo

I conglomerati bituminosi a caldo sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Gli aggregati lapidei di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi, degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fine o di additivazione: tali aggregati, insieme all'eventuale conglomerato riciclato, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

L'aggregato grosso (passante allo staccio 45 mm e trattenuto allo staccio 2 mm) deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i seguenti requisiti

Indicatori di qualità			VALORE	CATEGORIA UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Los Angeles	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	LA <sub>30</sub>
Quantità di frantumato	UNI EN 933-5	%	≥ 80	C <sub>50/30</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	20	-
Resistenza al gelo/disgelo	UNI EN 1367-1	%	≤ 4	F <sub>4</sub>
Spogliamento	UNI EN 12697-11	%	≤ 5	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 1	f <sub>1</sub>
Indice appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 30	F <sub>30</sub>
Porosità	UNI EN 1936	%	≤ 1,5	-

L'Aggregato fine (dimensioni da 2 mm a 0,063 mm, è permesso anche l'impiego di aggregati in frazione unica con dimensione massima 4 mm) deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione e possedere le seguenti caratteristiche

Indicatori di qualità			VALORE	CATEGORIA UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Equivalenti in Sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 60	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f <sub>3</sub>

Il filler è la frazione passante per la maggior parte allo staccio 0,063 mm e proviene dalla frazione fine degli aggregati; può essere costituito, inoltre, da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso, il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i seguenti requisiti

Indicatori di qualità			VALORE	CATEGORIA UNI EN 13043
Parametro	Normativa	Unità di misura		
Passante allo staccio 0,125 mm	UNI EN 933-1	%	100	-
Passante allo staccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12		N.P.	-
Vuoti Rigden	UNI EN 1097-4	%	28 - 45	V28/45
Stiffening Power	UNI EN 13179-1	°C	8 - 16	R&B/16

L'eventuale uso di conglomerato riciclato deve essere obbligatoriamente dichiarato nello studio di progetto della miscela che l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, indicando e quantitativi e le provenienze. Per conglomerato riciclato si intende quello proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in situ eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo) di vecchi strati di collegamento ed usura. Per ogni lavorazione, le percentuali in peso di materiale fresato definito di "integrazione", riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti riportati nella sottostante tabella

Materiali freschi (% di impiego nella miscela)	Materiali fresati (% di impiego nella miscela)	Attivanti Chimici Funzionali [A.C.F.] (% in peso riferito al bitume)
≥ 75	< 25	≤ 5

#### Studio della miscela

Il confezionamento del conglomerato deve essere eseguito in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

L'impianto deve garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione; ogni impianto deve, poi, assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

Se è previsto l'impiego di conglomerato riciclato, l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

Per evitare che sostanze argillose e ristagni di acqua possano compromettere la pulizia degli aggregati, la zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata; inoltre, i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori deve essere eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 160° C.

Gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati per consentire la verifica delle suddette temperature.

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per gli strati di binder, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso di seguito indicato

Serie stacci UNI (mm)	Passante totale in peso %
Staccio 20	100
Staccio 16	80 - 100
Staccio 12,5	65 - 90
Staccio 8	50 - 73
Staccio 4	35 - 55
Staccio 2	25 - 38
Staccio 0,5	11 - 21
Staccio 0,25	6 - 16
Staccio 0,125	4 - 10
Staccio 0,063	4 - 8
% di bitume	4,0 - 5,0

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare attivato con ACF), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa tabella. La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico su provini addensati con pressa giratoria secondo UNI EN 12697-31. Tale studio deve rispondere ai seguenti requisiti

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori
Velocità di rotazione	rotazioni/min	30
Pressione verticale	kPa	600
Diametro del provino	mm	150
<i>Risultati richiesti</i>		
Vuoti a 10 rotazioni <sup>(*)</sup>	%	10 - 14
Vuoti a 100 rotazioni <sup>(*)</sup>	%	3 - 5
Vuoti a 180 rotazioni <sup>(*)</sup>	%	≥ 2
<sup>(*)</sup> Percentuale dei vuoti determinata secondo la UNI EN 12697-8		

La miscela di conglomerato bituminoso tradizionale per lo strato di binder, studiata con metodo volumetrico, deve presentare i requisiti meccanici sotto riportati per i provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

Requisiti meccanici	Unità di misura	Valori
Resistenza a trazione indiretta ITS a 25 °C <sup>(**)</sup> (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	1,0 - 1,6
Coefficiente di trazione indiretta CTI a 25 °C <sup>(**)</sup> (UNI EN 12697-23)	N/mm <sup>2</sup>	50 - 200
Sensibilità all'acqua ITS a 25 °C <sup>(**)</sup> (UNI EN 12697-12)	%	≥ 80

Sui provini confezionati al 100% della massa volumica ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidezza (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa. In mancanza di specifiche indicazione del progetto il modulo di rigidezza a 20°C e rise-time=125 ms (UNI EN 12697-26:2004 allegato C) dovrà essere compreso tra 8000 e 16000 MPa.

#### Posa in opera

La miscela bituminosa del binder verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

La preparazione delle superfici di stesa va eseguita prima della realizzazione di uno strato di conglomerato bituminoso allo scopo di garantire un'adeguata adesione mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. Si applicherà a tale scopo una mano di ancoraggio consistente in emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità sopra lo strato in misto cementato allo scopo di riempire i vuoti dello strato irridendone la parte superficiale e fornendo, al contempo, una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica al 55%, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/mq.

Prima della stesa della mano d'attacco l'Appaltatore dovrà rimuovere tutte le impurità presenti e provvedere alla sigillatura di eventuali zone porose e/o fessure mediante l'impiego di una malta bituminosa sigillante.

Nel caso in cui il conglomerato bituminoso debba essere steso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55% di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino i valori previsti per ciascun tipo di emulsione.

I conglomerati bituminosi saranno posti in opera mediante macchine vibrolittrifiche in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento; in ogni caso, le vibrolittrifiche devono lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella fase di stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici: qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per

assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

Si devono programmare e realizzare le sovrapposizioni dei giunti longitudinali tra i vari strati in maniera tale che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il conglomerato dovrà essere trasportato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni; inoltre, la temperatura della miscela all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la linitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 130° C.

Qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro, si dovrà procedere alla sospensione della stesa: gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Appaltatore.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e deve essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Per gli strati di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. La compattazione deve essere condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorimenti nello strato appena steso.

#### *Accettazione e controlli*

Prima dell'inizio delle lavorazioni, l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori, lo studio di progetto della miscela che intende adottare, corredata da una completa documentazione degli studi effettuati e contenente i risultati delle prove di accettazione e d'idoneità delle miscele di progetto e di tutti gli elementi che la compongono (aggregati, leganti, additivi). Durante i lavori l'Appaltatore dovrà attenersi rigorosamente alla formulazione di progetto accettata.

La Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, in ogni momento e a suo insindacabile giudizio, in cantiere, alla stesa ed in impianto, potrà effettuare prelievi, controlli, misure e verifiche sia sui singoli componenti della miscela che sul prodotto finito, sulle attrezzature di produzione, accessorie e di messa in opera. L'esito positivo dei suddetti controlli e verifiche non elimina le responsabilità dell'Appaltatore sull'ottenimento dei risultati finali del prodotto in opera.

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela, sulle carote estratte dalla pavimentazione e in situ.

Il controllo della qualità dei misti granulari di primo impiego e del conglomerato da riciclare (fresato) deve essere effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il controllo della qualità del bitume dovrà essere eseguito su campioni prelevati all'impianto direttamente dalla cisterna.

Nella curva granulometrica saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di  $\pm 3$  punti percentuali, del contenuto di aggregato fine di  $\pm 2$  punti percentuali, del passante allo staccio UNI 0,063 mm di  $\pm 1,5$  punti percentuali. Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25\%$ . I precedenti valori devono essere rispettati sia dalle miscele prelevate alla stesa, sia dalle carote prelevate in situ, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

Il prelievo del conglomerato bituminoso sfuso avverrà in contraddittorio al momento della stesa, con cadenza giornaliera oppure ogni 5000 mq di stesa. Sui campioni prelevati alla vibrofinitrice saranno effettuati, presso un laboratorio di fiducia dell'Amministrazione, i seguenti controlli:

- la percentuale di bitume (UNI EN 12697 -1/39);
- la granulometria degli aggregati (UNI EN 12697-2);
- il modulo di rigidezza E (UNI EN 12697-26 allegato C) a 20 °C e rise-time=125 ms.

Inoltre, mediante la Pressa Giratoria saranno controllate le caratteristiche di idoneità della miscela. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di resistenza a trazione indiretta a 25 °C (UNI EN 12697-23) e sensibilità all'acqua a 25 °C (UNI EN 12697-12).

I valori rilevati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nello studio di progetto della miscela.

Dopo la stesa, la Direzione Lavori preleverà, in contraddittorio con l'Appaltatore, delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato in opera e la verifica degli spessori ogni 5000 mq di stesa. Sulle carote verranno determinati:

- lo spessore dello strato (medio di quattro misure in ciascuna carota);
- la massa volumica;
- la percentuale dei vuoti residui.

La percentuale dei vuoti della miscela in situ, nel 95% dei prelievi, non dovrà essere maggiore del 2% rispetto a quella di progetto

Qualora il valore dei vuoti in eccesso superiore il 4% si dovrà procedere alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione il tutto a spese dell'Appaltatore.

A compattazione ultimata, la superficie degli strati deve presentarsi priva di irregolarità e ondulazioni in modo tale che un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato vi aderisca uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

Per ogni tratto omogeneo di stesa, lo spessore dello strato verrà determinato facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Lo spessore medio dello strato deve essere quello previsto nel progetto.

Qualora gli spessori medi risultassero inferiori a quelli di progetto con carenze superiori al 20% si dovrà procedere alla rimozione dello strato e alla sua successiva ricostruzione a spese dell'Appaltatore.

#### *2.14.3 Strato di usura in conglomerato bituminoso tradizionale a caldo*

I conglomerati bituminosi a caldo per lo strato di usura sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume, additivi ed eventualmente conglomerato riciclato.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

L'aggregato grosso dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei e potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96 ovvero inerte I cat.: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120;
- se indicato nell'elenco voci della lavorazione, almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6. Nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata all'Appaltatore, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;

— coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;

— materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

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

L'aggregato fine (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm) sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'art. 5 delle Norme del CNR fascicolo IV/1953.

#### *Studio della miscela*

Le caratteristiche della miscela di inerti per lo strato di usura dovranno essere le seguenti:

— quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;

— equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 60%;

— materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2,5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

La composizione granulometrica della miscela dovrà essere contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 ± 100
Crivello 5	43 ± 67
Setaccio 2	25 ± 45
Setaccio 0,4	12 ± 24
Setaccio 0,18	7 ± 15
Setaccio 0,075	6 ± 11

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

A richiesta della Direzione Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfatica contenente il 6 ± 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25 °C inferiore a 150 dmm.

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

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.

Il coefficiente di riempimento con bitume dei vuoti intergranulari della miscela addensata non dovrà superare l'80%; il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova CNR 30/73) eseguita a 60 °C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 kg]. Inoltre il valore della rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300;
- percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, compresa fra 3% e 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Nella confezione dei conglomerati bituminosi per lo strato di usura potranno essere impiegati attivanti l'adesione ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori quando:

- la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;
- anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile.

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

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

Per la posa in opera delle miscele valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di binder.

#### *Prestazioni*

Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- densità (peso in volume) — determinata secondo la norma CNR 40/73 — non inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- contenuto di vuoti residui — determinato secondo la norma CNR 39/73 — compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e l'impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su un provino Marshall, relativo alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester (secondo la norma CNR 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di 15 °C:
  - inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, non inferiore a 65 BPN;
  - dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma CNR 94/83, non inferiore a 0,55 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderway Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma CNR 147/92, non inferiore a 0,80.

Le misure di BPN iniziale, HS e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico.

Nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionali con materiale prelevato presso l'impianto di produzione o nella stessa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento.

#### Accettazione e controlli

Per i controlli sui requisiti di accettazione valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

I lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifichi anche una sola delle seguenti situazioni:

- il valore della stabilità Marshall inferiore a 800 kg;
- il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, superiore al 14%;
- la perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, superiore al 23%.

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione Lavori presso laboratori ufficiali di fiducia della Provincia di Grosseto, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori inferiori a quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si dovrà provvedere alla completa rimozione e sostituzione dello strato a totale carico dell'appaltatore.

#### TRATTAMENTI SPECIALI PER TAPPETI D'USURA SPLITTMASTIX ASPHALT (USURA ANTISDRUCCIOLO SMA)

##### a) Descrizione

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucciolo SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali.

Questo conglomerato deve essere chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti. È composto da una curva abbastanza discontinua in cui i vuoti vengono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia,
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante,
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

##### b) Materiali inerti

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucciolo SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR-BU n. 139/1992.

##### Aggregato grosso (frazione > 4 mm):

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato = 100 %
- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n. 34/1973) < 20 %
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA (CNR-BU n. 140/1992) > 0,45
- coefficiente di forma "Cl" (CNR-BU n. 95/1984) < 3
- coefficiente di appiattimento "Ca" (CNR-BU n. 95/1984) < 1,58
- sensibilità al gelo (CNR-BU n. 80/1980) < 20 %
- spogliamento in acqua a 40 °C (CNR-BU n. 138/1992) = 0 %

##### Aggregato fino 4 mm (frazione

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n. 34/1973 - prova C) < 25 %
- equivalente in sabbia ES (CNR-BU n. 27/1972) > 70%

##### Filler (additivo minerale):

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

- alla prova CNR-BU n. 23/1971 dovranno risultare compresi nei seguenti minimi:

Setaccio UNI - numero	Passante in peso a secco (%)
0.42	100
0.18	95
0.075	90

- Più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0.075 deve passare a tale setaccio anche a secco.

- Nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idratata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

##### c) Miscela

La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei seguenti limiti granulometrici del seguente fusò:

Serie A.S.T.M. numero setaccio	Apertura maglie (mm)	Miscela passante: % totale in peso
3/4"	19.50	100
1/2"	12.5	100 *95
3/8"	9.50	95 *65
1/4"	6.25	60 *40
N° 4	4.75	50 *30
N° 10	2.00	30 *20
N° 40	0.42	22 *12
N° 80	0.18	19 *9
N° 200	0.075	13 *8

##### d) Legante

Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucciolo SMA, sarà bitume modificato scelto tra quelli previsti al punto M dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali", ovvero si utilizzerà un bitume 50/70-65. Il tenore del bitume sarà compreso tra il 5,5% e il 7,5% sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ad alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale. Tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

#### e) Rapporto filler/bitume

Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

#### f) Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucciolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3+4 cm.

#### g) Requisiti minimi del conglomerato

Il conglomerato per usura antisdrucciolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti come di seguito:

Requisiti del conglomerato per usura antisdrucciolo (SMA)	Unità di misura	Valori	Norme di riferimento
Stabilità Marshall eseguita a 60°C (75 colpi/faccia)	Kg	> 1000	CNR-BU n. 30/73
Rigidezza Marshall	Kg/mm	> 350	CNR-BU n. 30/73
Massa vol. delle carote indist. Rispetto provini Marshall	%	> 97	CNR-BU n. 40/73
Percentuale dei vuoti residui	%	4 -> 2	CNR-BU n. 39/73
Resistenza a trazione indiretta (Brasiliiana) a 25 °C	Kg/cmq	> 6	CNR-BU n. 134/91
Coefficiente di aderenza trasversale (15-90 gg)	CAT	> 0.60	CNR-BU n. 147/92
Macrorugosità superficiale (15-180 gg)	HS	> 0.6	CNR-BU n. 94/83
Impronta con punzone da mmq 500	mm	< 2	CNR-BU n. 13/91

#### h) Controllo dei requisiti di accettazione

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di usura.

#### i) Confezione e posa in opera delle miscele

##### MODALITÀ DI PRODUZIONE E CONFEZIONE DELLE MISCELE

Il conglomerato verrà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo, tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante modificato tra 150 e 180 °C salvo diverse disposizioni della Direzione lavori.

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

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

##### TRASPORTO DEL CONGLOMERATO

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

La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato. Pertanto la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che non dovrà mai essere inferiore a 150-160 °C.

##### POSA IN OPERA DEL CONGLOMERATO

Il piano di posa risulterà perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitorie dei tipi approvati dalla Direzione lavori dotate di piastra riscaldata, in perfetto stato di efficienza e con automatismi di autolivellamento. La Direzione lavori si riserva la facoltà di potere utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna, possibilmente dopo aver consultato l'Impresa.

Le vibrofinitorie dovranno lasciare uno strato linto perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. La velocità di avanzamento delle macchine di stesa dovrà essere mediamente compresa tra 4 e 5 m/min.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5 °C.

##### COMPATTAZIONE

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitorice ed essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato possibilmente con rulli gommati oppure metallici a rapida inversione di marcia, con peso idoneo e con caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8/10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Al termine della compattazione gli strati dovranno avere una densità non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nei controlli all'impianto.

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente con uno scostamento massimo di 3 mm.

L'impasto sottoposto all'azione del rullo non deve scorrere. Se ciò accade, significa che qualche cosa non va nello studio Marshall della miscela o nella temperatura del materiale. In questi casi occorre sospendere l'esecuzione del lavoro.

**ESECUZIONE DEI GIUNTI**

Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di due finitrici.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura.

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

**I) Preparazione della superficie stradale**

Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchio SMA, è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura.

La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di Kg  $1,0 \pm 0,2$  al mq, con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/12 mm, in quantità di circa 6/8 l/mq. In casi particolari o quando la Direzione lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato con le caratteristiche minime previste dal punto N dell'art. "Provenienza e qualità dei materiali" effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di Kg  $1,5 \pm 0,2$  al mq e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice. PARTE III

**2.14.4 Segnaletica orizzontale su tratti soggetti a rifacimento tappeto di usura****CARATTERISTICHE GENERALI DELLA SEGNALETICA ORIZZONTALE**

La segnaletica orizzontale, bianca o gialla, è regolata dalla Norma Europea UNI EN 1436/98, che prevede le prestazioni che la stessa deve avere per gli utenti della strada. Secondo quanto previsto dalla Norma Europea UNI EN 1436/98, la segnaletica orizzontale bianca o gialla deve essere rispondente alle caratteristiche riportate agli articoli che seguono.

**COEFFICIENTE DI LUMINANZA IN CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE DIFFUSA****Qd (VISIBILITÀ DIURNA)**

Esso rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti dei veicoli alla luce del giorno tipica o media o in presenza di illuminazione stradale.

Il coefficiente Qd dovrà assumere i seguenti valori:

SU STRADE URBANE					
Colore del segnale orizzontale	Tipo di manto stradale	Classe	Coefficiente di luminanza Qd minimo dopo 1 mese	Classe	Coefficiente di luminanza Qd minimo dopo 12 mesi
Bianco	Asfalto	Q3	Qd ≥ 130 mcd · m-2 · lx-1	Q3	Qd ≥ 130 mcd · m-2 · lx-1
	Cemento	Q4	Qd ≥ 160 mcd · m-2 · lx-1	Q4	Qd ≥ 160 mcd · m-2 · lx-1
Giallo		Q2	Qd ≥ 100 mcd · m-2 · lx-1	Q2	Qd ≥ 100 mcd · m-2 · lx-1

SU STRADE EXTRAURBANE					
Colore del segnale orizzontale	Tipo di manto stradale	Classe	Coefficiente di luminanza Qd minimo dopo 1 mese	Classe	Coefficiente di luminanza Qd minimo dopo 12 mesi
Bianco	Asfalto	Q3	Qd ≥ 130 mcd · m-2 · lx-1	Q3	Qd ≥ 130 mcd · m-2 · lx-1
	Cemento	Q4	Qd ≥ 160 mcd · m-2 · lx-1	Q4	Qd ≥ 160 mcd · m-2 · lx-1
Giallo		Q2	Qd ≥ 100 mcd · m-2 · lx-1	Q2	Qd ≥ 100 mcd · m-2 · lx-1

**COEFFICIENTE DI LUMINANZA RETRORILESSA RL (VISIBILITÀ NOTTURNA)**

Esso rappresenta la luminosità di un segnale orizzontale come viene percepita dai conducenti degli autoveicoli in condizione di illuminazione con proiettori dei veicoli. Il coefficiente RL dovrà assumere i seguenti valori:

STRUDE URBANE - SU SEGNALETICA ORIZZONTALE ASCIUTTA					
Tipo e colore del segnale orizzontale		Classe	Coefficiente di luminanza RL minimo dopo 1 mese	Classe	Coefficiente di luminanza RL minimo dopo 12 mesi
Permanente	Bianco	R0	Nessun requisito	R0	Nessun requisito
Provvisorio	Giallo	R0	Nessun requisito	n.a.	n.a.

**STRUDE URBANE - SU SEGNALETICA ORIZZONTALE BAGNATA**

Condizione di bagnato	Classe	Coefficiente di luminanza RL minimo dopo 1 mese
Come si presenta 1 minuto dopo l'inondazione della superficie della segnaletica orizzontale con acqua.	RW0	Nessun requisito

STRADE EXTRAURBANE - SU SEGNALETICA ORIZZONTALE ASCIUTTA						
Tipo e colore del segnale orizzontale		Classe	Coefficiente di luminanza RL minimo dopo 1 mese	Classe	Coefficiente di luminanza RL minimo dopo 12 mesi	
Permanente	Bianco	R4	RL $\geq$ 200 mcd $\cdot$ m-2 $\cdot$ lx-1	R3	RL $\geq$ 150 mcd $\cdot$ m-2 $\cdot$ lx-1	
Provvisorio	Giallo	R3	RL $\geq$ 150 mcd $\cdot$ m-2 $\cdot$ lx-1	n.a.	n.a.	

STRADE EXTRAURBANE - SU SEGNALETICA ORIZZONTALE BAGNATA						
Condizione di bagnato			Classe	Coefficiente di luminanza RL minimo dopo 1 mese		
Come si presenta 1 minuto dopo l'inondazione della superficie della segnaletica orizzontale con acqua.			RW1	RL $\geq$ 25 mcd $\cdot$ m-2 $\cdot$ lx-1		

COORDINATE CROMATICHE E FATTORE DI LUMINANZA  $\checkmark$  (COLORE)

Le coordinate di cromaticità x ed y per la segnaletica orizzontale asciutta bianca e gialla devono trovarsi all'interno delle regioni dei vertici forniti nella seguente tabella:

SU STRADE URBANE ED EXTRAURBANE						
Vertici		1	2	3	4	
Segnaletica orizzontale bianca *	x	0,355	0,305	0,285	0,335	
	y	0,355	0,305	0,325	0,375	
Segnaletica orizzontale gialla Provvisoria	x	0,494	0,545	0,465	0,427	
	y	0,427	0,455	0,535	0,483	

\* Per la segnaletica orizzontale bianca, le coordinate di cromaticità devono trovarsi all'interno delle regioni di piano definite dai vertici sopra indicati dopo 1 mese dall'applicazione e dopo 12 mesi dall'applicazione.

Il fattore di luminanza  $\checkmark$ , che indica la luminosità del segnale orizzontale percepito da breve distanza, deve essere espresso dalle seguenti classi:

SU STRADE URBANE ED EXTRAURBANE						
Colore del segnale orizzontale	Tipo di manto stradale	Classe	Coefficiente di luminanza $\checkmark$ minimo dopo 1 mese	Classe	Coefficiente di luminanza $\checkmark$ minimo dopo 12 mesi	
Bianco	Asfalto	B3	$\checkmark \geq 0,40$	B3	$\checkmark \geq 0,40$	
	Cemento	B3	$\checkmark \geq 0,40$	B3	$\checkmark \geq 0,40$	
Giallo		B1	$\checkmark \geq 0,20$	B1	$\checkmark \geq 0,20$	

## VALORE DI RESISTENZA AL DERAPAGGIO (ADERENZA)

Viene indicata con SRT e rappresenta la qualità della resistenza al derapaggio della superficie stradale bagnata, misurata sulla base dell'attrito a bassa velocità esercitato da un cursore di gomma sulla superficie stessa. Tale valore deve rispettare i seguenti valori:

SU STRADE URBANE ED EXTRAURBANE						
Classe	Valore SRT minimo dopo 1 mese	Classe	Valore SRT minimo dopo 12 mesi			
S1	SRT $\geq$ 45	S1	SRT $\geq$ 45			

## DURATA DI VITA FUNZIONALE DI UN SEGNAL ORIZZONTALE

Essa rappresenta il periodo durante il quale il segnale orizzontale è rispondente a tutti i requisiti e ai valori specificati negli articoli 8, 9, 10 e 11 del presente capitolo. La segnaletica orizzontale dovrà avere una durata di vita funzionale di almeno:

IDROPITURE CON MICROSFERE DI VETRO POST-SPRUZZATE	12 mesi
PITTURE A FREDDO CON MICROSFERE DI VETRO PREMISCELATE E POST-SPRUZZATE	12 mesi

**CARATTERISTICHE DELLA Pittura SPARTITRAFFICO GIALLA**

La pittura spartitraffico di colore giallo da utilizzarsi, dovrà avere colore RAL 1028 ed essere rifrangente o meno a discrezione della D.L. Il pigmento per la colorazione della vernice, non dovrà essere costituito da cromato di piombo, ma da pigmenti organici non tossici per l'applicatore e non nocivi per l'ambiente.

**CARATTERISTICHE DELLA Pittura SPARTITRAFFICO BLU**

La pittura spartitraffico di colore blu da utilizzarsi, dovrà avere colore RAL 5015 ed essere rifrangente o meno a discrezione della D.L.

**CERTIFICAZIONE DI QUALITÀ**

I materiali da impiegare nelle lavorazioni, devono essere forniti da Produttori in possesso di certificazione di qualità UNI EN ISO 9001/2000. La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la D.L. lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei servizi.

**TEMPO NECESSARIO PER L'APERTURA DEL TRAFFICO**

In relazione alla macro rugosità, alle deformazioni permanenti del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e alla temperatura e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà consentire l'apertura del traffico del tratto interessato entro i 15 minuti successivi all'applicazione. Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate dei veicoli in transito.

**CONTROLLI IN SITO CON STRUMENTAZIONE PORTATILE**

Durante la posa in opera della segnaletica orizzontale, la D.L., potrà provvedere ad eseguire prove sistematiche di controllo per la valutazione dei seguenti valori:

**1-Visibilità -**

Diurna: Coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd

Notturna: Coefficiente di luminanza retroriflessa RL

I controlli devono essere eseguiti, come previsto dall'allegato A della Norma Europea UNI EN 1436/98 calcolando il Qd e l'RL mediante retroriflettometro certificato.

**2-Colore - Fattore di luminanza ✓ e coordinate di cromaticità x ed y.**

I controlli devono essere eseguiti, come previsto dall'allegato C della Norma Europea UNI EN 1436/98 con uno strumento dotato di una sorgente luminosa normalizzato D65 analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526. La geometria è definita alla situazione 45°/0°, ossia con illuminazione a (45±5)° e misurazione a (0±10)°. Gli angoli sono misurati rispetto alla perpendicolare della superficie della segnaletica orizzontale. L'area minima misurata della superficie della segnaletica orizzontale deve essere di 5 cm<sup>2</sup>.

**3-Aderenza al derapaggio SRT**

I controlli dei valori di resistenza al derapaggio verranno eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", come previsto nell'allegato D della Norma Europea 1436/98, costituito da un pendolo oscillante provvisto di un cursore di gomma all'estremità libera. Con tale strumento si misura la perdita di energia causata dall'attrito del cursore su una lunghezza specificata della superficie stradale.

Tutti i controlli in sito verranno eseguiti a giudizio insindacabile della D.L., che individuerà il giorno ed il luogo che riterrà opportuni e significativi. L'impresa potrà chiedere di presenziare ai controlli o di effettuare nuove misurazioni in contraddittorio.

## NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

### **1 NORME GENERALI**

L'appalto in oggetto sarà realizzato a misura; di seguito si definiscono le norme di misurazione.

In ogni caso i lavori saranno liquidati in base alle norme fissate dal progetto anche se le misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare effettivamente superiori. Soltanto nel caso che la Direzione 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'Appaltatore.

### **1.1 LAVORAZIONI A MISURA**

#### **1.1.0 Fresatura di conglomerati bituminosi**

La fresatura di strati in conglomerato bituminoso, per uno spessore di 5 cm, è valutata a metro quadrato di superficie fresata. Il prezzo comprende anche il trasporto e il conferimento a discarica a qualsiasi distanza (oneri di smaltimento inclusi).

#### **1.1.1 Scavi**

Tutti i materiali provenienti dagli scavi sono di proprietà della Provincia di Grosseto. L'Appaltatore potrà usufruire dei materiali stessi, sempre che vengano ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, nei limiti previsti per l'esecuzione dei lavori e per quelle lavorazioni di cui è stabilito il prezzo di elenco con materiali provenienti da scavi.

Tutti gli scavi sono pagati a metro cubo. Il volume degli scavi in genere, occorrenti per l'apertura del corpo stradale, la formazione delle relative scarpate e pertinenze secondo le prescrizioni del progetto, o modifiche eventuali ordinate per iscritto dalla Direzione Lavori, verrà determinato col metodo geometrico delle sezioni ragguagliate sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, salvo la facoltà dell'Appaltatore e della Direzione Lavori di interporne altre o aumentarne il numero per meglio adattarle alla configurazione dei terreni. All'atto della consegna dei lavori, l'Appaltatore eseguirà in contraddittorio con la Direzione Lavori la verifica delle sezioni trasversali e relative quote dello stato di fatto. Sulla scorta di tale rilievo e di quelli da effettuarsi ad opera terminata, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà computato il volume degli scavi eseguiti per la realizzazione dell'opera.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, per l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di larga sezione. Quando negli scavi in genere si fossero passati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma l'Appaltatore dovrà, a sue spese, rimettere in sító le materie scavate in più, o comunque provvedere a quanto necessario per assicurare la regolare esecuzione delle opere.

Il prezzo relativo al diserbamento e agli scavi di sbancamento, da eseguirsi con le modalità prescritte nei relativi capitoli e negli elaborati di progetto, comprende tra gli oneri particolari il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., ed il trasporto in aree messe a disposizione dalla Direzione Lavori; lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto e relativo smaltimento o eventuale deposito temporaneo a qualsiasi distanza.

I prezzi relativi agli scavi a larga sezione e di fondazione comprendono tra gli oneri particolari la perfetta profilatura delle scarpate e dei cassonetti anche in roccia, gli eventuali emungimenti d'acqua negli scavi, lo scavo, il trasporto e lo scarico dei materiali a rifiuto, a reimpiego o a deposito a qualsiasi distanza.

Nei prezzi sono inoltre comprese punzettature, sbadacchiature e armature delle pareti degli scavi e qualsiasi altra precauzione da adottare per impedire smottamenti. Nessun compenso spetterà all'Appaltatore per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato in dette armature e sbadacchiature.

Nel caso degli scavi in terra, solo i trovanti rocciosi o fondazioni di murature aventi singolo volume superiore a 1 mc, se rotti, verranno compensati con i nuovi prezzi da concordare in corso d'opera ed il loro volume sarà detratto da quello degli scavi in terra.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle fondazioni per la loro profondità, misurate a partire dal piano dello scavo di sbancamento. Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né successivo riempimento a ridosso delle murature che l'Appaltatore dovrà eseguire a propria cura e spese. Al volume di scavo per ciascuna classe di profondità indicata nell'elenco prezzi, verrà applicato il relativo prezzo e/o sovrapprezzo.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, compensati con nuovo prezzo da concordare nel corso delle opere, solo se eseguiti a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Nel prezzo degli scavi di fondazione è sempre compreso l'onere del riempimento dei vuoti attorno alla muratura.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è compreso nel prezzo di elenco degli scavi anche qualora, per qualsiasi ragione, fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse. Le materie di scavo non riutilizzate dovranno essere trasportate in discarica o a rifiuto fuori della sede dei lavori, a debita distanza e sistematicamente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell'Appaltatore ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per l'occupazione delle aree di deposito e gli eventuali oneri per lo smaltimento a discarica autorizzata, compresa la tenuta dei documenti comprovanti il regolare smaltimento dei materiali.

#### **1.1.2 Rilevati**

L'area delle sezioni in rilevato o a riempimento verrà computata rispetto al piano di campagna senza tenere conto né dello scavo di scorticamento, per una profondità media di cm 20; né dell'occorrente materiale di riempimento; né dei sedimenti subiti dal terreno stesso per effetto del costipamento meccanico o per naturale assestamento; né della riduzione di volume che il materiale riportato subirà, rispetto al volume che occupava nel sito di scavo oppure allo stato sciolto, a seguito del compattamento meccanico.

Qualora l'Impresa superasse le sagome fissate dalla Direzione lavori, il maggiore rilevato non verrà contabilizzato, e l'Impresa, se ordinato dalla Direzione lavori, rimuoverà, a cura e spese, i volumi di terra riportati o depositati in più, provvedendo nel contempo a quanto necessario per evitare menomazioni alla stabilità dei rilevati accettati dalla Direzione lavori.

I prezzi relativi ai rilevati saranno applicati anche per la formazione degli arginelli in terra.

L'onere della riduzione dei materiali provenienti da scavi di sbancamento o di fondazione in roccia o da scavi in galleria, onde ottenere la pezzatura prevista dagli artt. "Movimenti di terre" per il loro reimpiego a rilevato, è compreso e compensato con i relativi prezzi dello scavo di sbancamento, allo scavo di fondazione in roccia da mina ed allo scavo in galleria.

Qualora l'Impresa, per ragioni di propria convenienza, non ritenesse opportuno procedere alla riduzione di tali materiali, previo ordine scritto della Direzione lavori, potrà portare a rifiuto i materiali rocciosi e sostituirli con un uguale volume di materiali provenienti da cave di prestito appartenenti al gruppo A1 (classifica C.N.R. -- U.N.I. 10006) i quali ultimi, però, verranno contabilizzati come materiali provenienti dagli scavi.

Pertanto nella formazione dei rilevati compensati a metro cubo, sono compresi i seguenti oneri:

Lo scorticamento (fino a 20 cm dal piano di campagna), la compattazione del piano di posa, il taglio e la rimozione di alberi, cespugli e ceppaie, il prelievo e il trasporto dei materiali occorrenti da qualsiasi distanza e con qualunque mezzo, la compattazione meccanica tale da garantire il raggiungimento delle specifiche riportate negli artt. "Movimenti di terre", le bagnature, i necessari discarichi, la sistemazione delle scarpate e il loro rivestimento con terreno vegetale dello spessore di 30 cm, la profilatura dei cigli e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### **1.2.3 - Murature in genere e conglomerati cementizi**

Tutte le murature ed i conglomerati cementizi sia in fondazione che in elevazione, semplici o armati, verranno misurati a volume con metodo geometrico in base a misure sul vivo, escludendo intonaci, ove esistano, e deducendo i vuoti ed i materiali eventuali di natura differente compenetrati nelle strutture. Non verranno dedotti il volume dei ferri di armatura e dei cavi per la precompressione.

Saranno valutati e pagati con i relativi prezzi di elenco i vari tipi di conglomerato armato esclusivamente in base al valore della resistenza caratteristica, classe ambientale, diametro massimo dell'inerte e classe di consistenza, prescritti secondo gli elaborati progettuali oppure ordinati per iscritto dalla Direzione dei lavori.

Nel caso che dalle prove risultasse, per un conglomerato cementizio, un valore della resistenza caratteristica inferiore a quello richiesto, dopo l'accertamento che tale valore soddisfa ancora alle condizioni statiche e di durabilità dell'opera, si provvederà all'applicazione del prezzo di elenco corrispondente al valore della resistenza caratteristica riscontrata; altrimenti l'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere alla demolizione e conseguente rifacimento delle parti contestate.

Nel caso, invece, che dalle prove di rottura risulti una resistenza caratteristica superiore a quella prescritta secondo progetto od ordinata per iscritto dalla Direzione lavori, non si darà luogo ad alcuna maggiorazione del prezzo unitario stabilito in sede di gara.

Nei relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare:

- la fornitura a più d'opera di tutti i materiali necessari (inerti, leganti, acqua, ecc.), la mano d'opera, i ponteggi, le armature di sostegno dei casseri per il getto in elevazione di strutture a sviluppo prevalentemente verticali (muri, pilastri, ecc.), attrezzature e macchinari per la confezione, la posa in opera, la vibrazione dei calcestruzzi e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Per l'impiego di eventuali additivi nei conglomerati cementizi e nelle malte per murature espressamente previsto in progetto per particolari esigenze, sarà corrisposto solo il costo di detti materiali. In ogni altro caso, tale impiego sarà consentito ma a totale carico dell'Impresa, previo benestare della Direzione lavori.

#### **1.2.4 - Acciaio per strutture in c.a.**

Il peso dell'acciaio tondo per l'armatura del calcestruzzo, del tipo indicato sugli elaborati progettuali o dato per ordine scritto dalla Direzione lavori, verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità disformi dalle prescrizioni, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste nei disegni esecutivi di progetto.

Il peso del ferro in ogni caso verrà determinato con mezzi geometrici analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo di ogni barra (seguendo le sagomature, risvolti e uncinate) e moltiplicando per il peso unitario determinato in base alle dimensioni nominali e dal peso specifico pari a 7850 Kg/m<sup>3</sup>.

#### **1.2.5 - Manufatti in acciaio**

I lavori in ferro profilato o tubolare saranno valutati a peso ed i relativi prezzi sono applicati al peso effettivamente posto in opera in sede delle lavorazioni, che sarà determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta a spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle ufficiali U.N.I.

I prezzi relativi comprendono:

- la fornitura, la posa in opera, la esecuzione dei necessari fori, la saldatura, chiodatura e ribattitura, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfidi di lavorazione e una triplice mano di verniciatura di cui la prima antiruggine e le due successive di biaccia ad ollo, od altra vernice precisata nell'elenco prezzi.

#### **1.2.6 - Elementi prefabbricati in conglomerato cementizio**

CANALETTE DI SCARICO ACQUE PIOVANE, CUNETTE E FOSSI DI GUARDIA, CORDONATI.

Le canalette, cunette e fossi di guardia realizzati in conglomerato cementizio, da utilizzarsi per lo scarico delle acque piovane, nonché i cordonati saranno realizzati secondo il tipo prescritto dalle voci dell'elenco prezzi, verranno valutate a metro lineare di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sulla linea d'asse.

Per le canalette, cunette e fossi di guardia i relativi prezzi di elenco sono compresi in particolare: la fornitura a più d'opera del materiale, costipamento del terreno d'appoggio, preparazione del piano di posa mediante stesa di materiale arido fine o sabbia, la posa in opera degli elementi previo accurato allineamento, l'eventuale bloccaggio degli elementi mediante paletti, il rinfanco laterale in calcestruzzo magro per uno spessore minimo di 15 cm, la sigillatura in malta cementizia dei giunti, la regolarizzazione delle sponde su ciascun lato con pendenza verso il canale, la mano d'opera, attrezzature e macchinari indispensabili per la posa in opera e quanto altro occorra per dare il lavoro finito e completo a regola d'arte.

Per i cordonati in conglomerato cementizio i prezzi comprendono, oltre gli oneri come sopra esposti per gli altri elementi prefabbricati, anche l'onere della realizzazione del cordolo di fondazione in calcestruzzo semplice.

#### **1.2.7 - sovrastruttura stradale (massiccianta)**

Fondazione e strato di base

Lo strato di fondazione in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica e lo strato di base, da impiegarsi nelle sovrastrutture stradali, saranno valutati per volume a metro cubo di materiale stesso in opera ed a costipamento ultimato.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco degli strati di fondazione e di base sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenerne, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

Sono compresi tutti gli oneri, mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

#### **1.2.8 - Conglomerati bituminosi**

STRATO DI BASE (TOUT VENANT) COLLEGAMENTO (BINDER), STRATO DI USURA E SPLITTMASTIX ASPHALT

I conglomerati bituminosi impiegati sia per la formazione dello strato di base, di collegamento o utilizzati per il carico di avallamenti sulla sede stradale (binder), sia per la realizzazione del tappeto di usura, saranno valutati a peso, mediante il lordo e la tara risultante dalla bolletta di accompagnamento del materiale prevista dalle vigenti disposizioni di legge, constatato e registrato all'arrivo in cantiere dal personale addetto della Provincia di Grosseto. Lo Splitmastix Asphalt sarà valutato al mq.

La Provincia di Grosseto si riserva comunque la facoltà di controlli del peso presso pese pubbliche o private, di propria fiducia, con gli eventuali oneri a carico della Ditta appaltatrice.

I conducenti degli autocarri che si soltraggono volontariamente all'ordinativo dei controlli in peso, dato dal personale di sorveglianza della Provincia di Grosseto, dovranno essere debitamente allontanati dal cantiere e comunque i relativi carichi di materiale non dovranno essere inseriti nella contabilità dei lavori, da parte del Direttore dei lavori.

Inoltre sarà a discrezione della Provincia di Grosseto controllare con del proprio personale le operazioni di carico e scarico e di peso del materiale, presso lo stabilimento di produzione o confezionamento del conglomerato bituminoso, senza che la stessa Impresa possa sollevare nessuna osservazione in merito al controllo suddetto.

In caso di differenza in meno, la percentuale relativa verrà applicata a tutte le forniture dello stesso materiale effettuate dopo la precedente verifica. È tollerata una riduzione di peso limitata alla massima capacità del serbatoio di carburante.

I fusti, i trasporti di qualunque genere, le perdite, i combustibili, i carburanti, i lubrificanti, la stesa del legante per ancoraggio, le attrezzature varie, i rulli e le altre macchine, nonché l'acqua per qualsiasi impiego sono tutti a carico dell'Impresario. Ovvero nella voce di elenco dei conglomerati bituminosi sono compresi tutti gli oneri quali mezzi e materiali necessari per ottenere, durante la posa in opera, le prescrizioni tecniche contenute nella Sez. C "Sovrastruttura Stradale".

#### **1.2.9 - Segnaletica orizzontale**

Non appena ricevuta la consegna, la Ditta appaltatrice dovrà innanzi tutto organizzare una o più squadre e procedere in modo che i lavori possano effettivamente e regolarmente iniziarsi e quindi svolgersi secondo le disposizioni della Direzione lavori il cui compito consisterà nell'impartire all'Impresa le disposizioni in merito all'ordine di priorità nell'esecuzione dei lavori, al modulo da adottare nelle linee assiali discontinue, al tipo di soluzione da adottare in ogni specifico punto singolare.

La Direzione dei lavori potrà consegnare alla Ditta appaltatrice la planimetria delle strade interessate dalle segnalazioni. L'Impresa provvederà, previa ricognizione, ad apprestare un piano di lavoro tracciando sulle planimetrie medesime le segnalazioni che si ritengono necessarie ed a sottoporre detto alla Direzione dei lavori per la necessaria approvazione.

La Direzione dei lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di modificare in qualsiasi momento il piano di lavoro predisposto dall'Impresa, individuare lungo le strade tutti i passi carri privati esistenti ed assicurare la possibilità di accedervi con svolta a sinistra, interrompendo la eventuale linea assiale continua con tratteggi aventi piccolissima modulazione pari a cm 100 di pieno e cm 100 di intervallo.

Per quanto concerne l'applicazione delle strisce assiali lungo le strade a due corsie a doppio senso di marcia, si dovranno osservare rigorosamente le indicazioni che saranno impartite dalla Direzione lavori, nonché le norme contenute nel D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 e dal suo Regolamento di esecuzione e di attuazione emanato con D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 e succ. mod. La misurazione delle segnalazioni orizzontali sarà effettuata al metro lineare di vernice effettivamente posata per strisce bianche o gialle della larghezza di cm 12 o cm 15.

In corrispondenza di accessi privati o di piccola strada poderale, dove l'eventuale striscia continua sarà eseguita a tratteggi di piccolissima modulazione, sarà computata vuoto per pieno solo nel caso di estensione totale minore o uguale ai 10 ml.

La misurazione sarà effettuata a metro quadrato di superficie effettiva per linee aventi larghezza superiore a cm 15.

Per gli attraversamenti pedonali, per le zebreture e le isole spartitraffico in vernice, si misurerà la superficie effettivamente verniciata, valutando a metro quadrato le strisce di larghezza superiore a cm 15 ed a metro lineare le eventuali strisce perimetrali da cm 15.

Per le scritte, la superficie sarà ragguagliata a metro quadrato considerando il vuoto per pieno ma calcolando l'area del rettangolo che inscrive ogni singola lettera che compone la scritta. Per le frecce e la parte di asta rettilinea o curva verrà calcolata a metro lineare se formata da striscia di cm 12/15, a metro quadrato se formata da striscia superiore a cm 15, la parte della punta triangolare verrà computata con il prezzo a metro quadrato di superficie effettiva eseguita.

### 1.3 LAVORI EVENTUALI NON PREVISTI NELL'ELENCO PREZZI

Per l'esecuzione di lavorazioni non previste e per le quali non si hanno i prezzi corrispondenti né sull'elenco prezzi, né sul prezzario provinciale vigente, si procederà alla determinazione dei nuovi prezzi e dovranno essere applicate le relative normative per la qualità dei materiali impiegati e per la buona esecuzione che saranno verificate ed accettate ad insindacabile giudizio della Direzione lavori.

Aug 20 1973

1973